

第2部 業 務

第1章 研究業務

当研究所の試験研究業務は、国土交通省が定めた「研究機関等の行う科学技術研究の管理に関する規則」に基づき行われており、特別研究、経常研究、受託研究等に区分される。

特別研究は、行政的また社会的にみて、特に重点的また緊急に実施する必要のある研究で、国土交通省に設置されている技術開発推進本部幹事会などで選定されたものである。

経常研究は、当研究所の所掌事項に関する基礎研究や応用研究を経常研究費で実施するものであるが、特別研究から継続するもの、また、特別研究に発展するものも相当数含まれる。

受託試験は、国土交通省研究機関受託試験規則に基づき実施するものであるが、当研究所で行っているものは、新形式の輸送機関や新型機器の安全性等の確認のために実施するものがほとんどであり、いずれも運輸行政上、不可欠なものである。

以下、これらの試験研究業務について、各部ごとに概況と課題別実施状況を記載する。

1. 環境エネルギー部

(部長 小高 松男)

1.1 概 況

1.1.1 年度初頭の試験研究の計画とそのねらい

試験研究課題

環境エネルギー部において平成13年度初頭に計画した研究課題は、以下の29項目である。

(1) 地域環境の改善に関する研究課題

- (ア) 液化天然ガスを用いた貨物自動車用機関の技術評価に関する研究
- (イ) DIディーゼルエンジンから排出される多環芳香族炭化水素（PAH）の生成・排出メカニズムの研究
- (ウ) ディーゼル車用粒子トラップ等に関する研究
- (エ) 大型ディーゼル車の国際基準調和対応排出ガス審査・評価技術に関する研究

- (オ) 新燃焼方式によるディーゼル機関の高効率・超低公害化に関する研究
- (カ) 低公害ディーゼル燃焼の解析手法に関する基礎的研究
- (キ) 自動車排ガスに含まれるアンモニア化合物の捕集と分析手法に関する研究
- (ク) DPFによる排出微粒子低減効果の評価に関する研究
- (ケ) 次世代排出ガス計測法の開発に関する研究
- (コ) 車載型NO_xセンサの実用化とその利用技術に関する研究
- (サ) 超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発に関する研究
- (シ) 自動車から排出される未規制有害物質の実態解明と排出抑制技術に関する研

究

- (ス) 排出ガスに係る車載機能診断システム（OBD）の技術基準策定のための調査研究
- (セ) 移動発生源計測技術の開発
- (ソ) 排出ガス性能低下要因の事象分析によるサーベイランスの適正化要件に関する調査研究
- (タ) 自動車用NO_x触媒の実走行状態における浄化性能の解析
- (チ) 計算化学的手法を用いた自動車排出ガス成分の反応に関する研究
- (ツ) 自動車タイヤ走行騒音の台上測定・評価法及びその低減手法に関する研究
- (テ) 実走行時のタイヤから発生する騒音の評価試験方法に関する調査
- (ト) ISO路面の経時変化等に関する研究
- (ナ) 移動音源探索のための最適マイク配列に関する研究
- (ニ) 管内を伝播する圧力波によって発生する騒音の低減に関する基礎的研究
- (ヌ) 在来鉄道の騒音予測評価手法の精度向上に関する研究
- (2) 地球環境の保全に関する研究課題
 - (ネ) 低燃費型新形式バスの導入による運輸部門の環境負荷低減に関する研究
 - (ノ) 燃料電池動力システム構成の最適化に関する研究
 - (ハ) 次世代低公害大型自動車の研究開発
 - (ヒ) 自動車のN₂Oの排出総量推計とその低減手法の中核技術の汎用化と普及に関する研究
- (3) エネルギー資源の節約及び多様化に関する研究課題
 - (7) 自動車燃料消費への影響要因分析に基づく消費抑制対策の効果予測法に関する研究
 - (ハ) ジメチルエーテルを燃料とする自動車用エンジンに関する調査研究

これらの研究計画のうちで、(7)は運輸整備事業団の公募型研究費による受託研究、(3)、(4)

は環境省公募型研究費による受託研究、(7)は国土交通省からの交付金による特定研究、(1)、(2)、(7)は運輸省自動車検査登録特別会計による受託研究、(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)は公害防止等試験研究費による受託研究、(ホ)、(ロ)は地球環境保全試験研究費による受託研究である。また、(セ)は科学技術振興調整費の知的基盤推進制度による受託研究として実施するものである。その他は経常研究費を用いて行う一般研究である。

なお、(ケ)、(コ)、(サ)、(ハ)は本年度から新たに開始した課題、(ア)、(イ)、(カ)、(キ)、(セ)、(ニ)、(ヌ)は本年度をもって終了した課題である。

また、地球環境保全試験研究費の2課題ならびに知的基盤制度による1課題は、他の国立研究所と研究を分担して行っている。

課題(オ)、(ク)、(ケ)、(コ)、(サ)、(ニ)、(ヌ)、(ネ)、(ノ)、(ハ)は、大学、民間会社等との共同研究として実施するものである。

研究のねらい

(1) 地域環境の改善に関する研究課題

課題(ア)．大気汚染への寄与度が高いとされる大型トラック用ディーゼル機関の燃料を、クリンエネルギーとして高いポテンシャルを有する液化天然ガス（LNG）に転換することにより、高熱効率を確保しつつ、大幅な低公害化を達成するための方策を検討する。

課題(イ)．環境庁の優先取り組み22物質の一つであるBaP（ベンゾ[a]ピレン）を含むPAH（多環芳香族炭化水素）類がディーゼルエンジンから生成・排出されるメカニズムについて明らかにすることを目的とする。本年度は、主として、単気筒エンジンを用いて実験を行い、燃料組成、潤滑油履歴がPAH排出に与える影響について検討する。その結果から、気筒内燃焼とPAH生成・排出との関連について考察を行う。

課題(ウ)．粒子トラップ等の後処理装置の開発状況を踏まえた上で、その実用状態における性能把握手法を検討するとともに実用性評価手法を明らかにすることを目的とする。

課題(1)．現在、国連欧州経済委員会／自動車部会／排出ガス・エネルギー専門家会議 ECE / WP29 / GRPE)において大型ディーゼル車排出ガス試験法の国際基準調和作業が進められている。本作業に協力し、我が国の意見を積極的に反映させるために各技術課題について研究を行う。本年度は、粒子状物質の測定装置として

普及が予想されるマイクロトンネルなどの新しい測定手法の調査を行ない、技術的な資料を蓄積する。

課題(オ)．燃料の減圧沸騰特性を利用した新燃焼方式を実現するコンセプトを追求して、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を目的とする。

課題(カ)．燃焼シミュレーションおよび可視化実験等により、直接噴射式ディーゼル機関の気筒内燃焼挙動を把握する手法の開発を行う。ディーゼルエンジンの燃焼に関する基礎的な研究であり、燃料性状の面から燃焼と排気の改善を図るための解析手法の開発を目的とする。本研究で開発した手法は課題(オ)等の応用研究で活用する。

課題(キ)．自動車から排出される未規制物質のNH₃評価手法の確立とおよびその排出低減対策を明らかにする。

課題(ク)．DPFの上流・下流排出粒子濃度、粒子径分布、ガス濃度等を連続計測し、DPFの合理的な評価手法を求める。このため、相互再生式DPFを用い、エンジン単体試験により、実際の運転とほぼ同じ過渡運転モードのUST、ETCと、定常運転モードのD13、ESCでの浄化性能を調べるとともに、PMの個数、粒径分布の変化を解析する。

課題(ケ)．超低濃度排気ガスの次世代計測法及び排出微粒子計測法について研究し技術資料を得る。

課題(コ)．排気管直挿型NO_xセンサの実用化を目指し、これをNO_xの低減対策や触媒装置の車上劣化診断に適用する可能性を追求する。

課題(サ)．超低濃度次世代計測法の技術開発を行うことにより、今後の超低公害自動車に対応する排出ガス計測システムが確立することを目的とする。

課題(シ)．排出ガス中の未規制有害物質の実態と排出メカニズムを解明し、排気後処理対策等による未規制有害物質の低減可能性を追求する。

課題(ス)．排出ガス対策システムの車載診断システム(OBD)要素技術について実験解析することにより、今後のOBDの高度化に向けた技術課題を調査し、技術基準のあり方を明らかにすることを目的とする。現状のOBDシステムの機能を分析する一方、今後予定される触媒劣化、失火など次世代のOBDシステムの技術指針策定に必要な資料を求める。

課題(セ)．移動発生源(自動車)排気中から妨害成分の影響を除き、有害物質の正確で迅速な計測法を開発し、排出実態を把握する。

課題(ソ)．使用過程における排出ガス性能を監視するための抜取試験(サーベイランス)導入に際しての技術資料を得るために、排出ガス性能低下要因を分析し体系化する。

課題(タ)．実走行状態でのNO_x触媒の浄化性能を明らかにする。さらに広範な使用条件下で効果的にNO_x触媒を働かせる技術要件を探る。

課題(チ)．計算法的手法を用いて有害成分の触媒浄化装置等での生成ならびに浄化メカニズムを検討する。

課題(ツ)．自動車交通騒音の規制強化とともに、タイヤ騒音の影響が相対的に大きくなってきており、実走行条件下における有効なタイヤ騒音低減が求められている。このため、実走行条件を考慮したタイヤ騒音の台上測定評価法の明確化や、加速時タイヤ騒音の発生メカニズムの解明と低減手法を明らかにすることを目的とする。本年度は、台上試験装置のISO路面模擬用ローラパッドを改善し、台上と試験路での測定結果の比較検討を行った。また、タイヤ路面間のスリップ特性と加速時タイヤ騒音との関連を調査した。

課題(テ)．タイヤ単体騒音規制に関しては、WP29やISOの国際的な場での検討が進んでいることから、既存の我が国の自動車騒音試験方法等でタイヤ騒音をどの程度評価し得るかについて調査・分析を行うと共に、実走行時タイヤ騒音の有効な評価法を明確化し、従来の定常、加速騒音試験でタイヤ騒音をどの程度評価し得るかを調査して、自動車審査における試験方法の改善に資することを目的とする。

課題(ト)．自動車の加速騒音試験(ISO 362)用のISO路面(ISO 10844)が規格化されているが、劣化性能等経年変化については未解明な部分が多い。本研究では、自動車試験場のISO路面(ISO 10844)について、平成8年の設置以来耐久性及び路面性状の経年変化を調査し、それが自動車の走行騒音に及ぼす影響を追跡調査してきているが、本年度もそれを継続する。

課題(ナ)．移動音源探索のための二次元マイク配列を用いた音響ホログラフィ法を、より実用性の高い測定解析手法として確立するために、マイク数の減少、配列の簡素化を図り、実用性を高めることを目的とする。

課題(ニ)．自動車のエンジンから排出された排気流が衝撃波に移行し、排気管から放出されるときに高周波の騒音を発生する現象のような、管内を伝播する圧力波によって管端で発生する騒音を低減させるために、管内で圧力波を効果的に減衰させる手法を明らかにする．

課題(ミ)．軌道構造や列車の種別、構造物の種類別に予測値と実測値とを比較し、予測精度の向上のための改善方を検討することにより、在来鉄道騒音の予測手法の精度を向上させ予測評価手法の拡充を図ることを目的とする．

(2) 地球環境の保全に関する研究課題

課題(ホ)．バス輸送の利用促進による二酸化炭素排出抑止対策と効果について検討するため、都市域の路線バスに最適でエネルギー効率の高い新方式動力システムの技術評価を行い、その導入による二酸化炭素排出抑止効果を予測する．

課題(ロ)．将来の低環境負荷型動力システムとして注目されている燃料電池自動車について、その性能向上を図るとともに、総合エネルギー効率を向上させる動力システムの構成、及びその評価法を求める．

課題(ハ)．自動車による大気汚染問題を抜本的に解決するために、既存の大型ディーゼル車に代替しうる、次世代型の大規模公害車の技術開発と普及促進をはかるため、必要な技術的課題について研究開発を進めることを目的とする．

課題(ヘ)．強力な温室効果ガスである亜酸化窒素(N_2O)の人為的な排出源のなかで、自動車の寄与率は未だ不明確であり N_2O 削減計画を立てる上で障害となっている．本研究は、自動車から排出される N_2O 排出総量推定の不確実性を排除するとともに、 N_2O 低減対策を明らかにすることを目的としている．

(3) エネルギー資源の節約及び多様化に関する研究課題

課題(フ)．自動車の燃料総消費を抑制する省エネルギー施策を総合的に推進するため、実走行時の燃料消費への各種影響因子やその影響度を実験解析で求め、これをもとに燃費節減施策の効果予測に適用できる燃費シミュレーションモデルを開発する．

課題(ハ)．圧縮着火が容易なクリーン燃料であるDMEをディーゼルエンジンに適用し性能、排気特性を調べるとともに燃料噴射方法、 NO_x

触媒について調査実験を行い、次世代低公害車としてのDME自動車の可能性を調査する．

2．試験研究の実施状況

年度初頭に設定した各研究課題は、概ね計画に沿って実施された．

(1) 地域環境の改善に関する研究課題

課題(ア)．シミュレーション計算により実車搭載用機関の性能予測をおこない、熱発生率パターンを入力することにより燃焼状態を推定する手法を定めた．また燃料組成変化が NO_x や微量物質の排出を増加させる条件を明らかにした．

課題(イ)．主として、単気筒エンジンを用いて実験を行い、燃料組成、潤滑油履歴がPAH排出に与える影響について検討し、燃料中のPAH含有量の影響を明らかにした．また、気筒内燃焼とPAH排出との関連について知見を得た．

課題(リ)．平成6年規制適合貨物自動車を用いたシャーシーダイナモメータ上での長距離走行実験により、連続再生式DPFの実走行運転時における再生機能を解析した．平均速度10km/h以下の低速で連続走行した場合のPMの堆積、再生状況を調べた結果、低速の連続走行では再生が行われず、低速走行での再生機能評価の重要性を明らかにすることが出来た．

課題(ロ)．粒子状物質の測定装置として普及が予想されるマイクロトンネルなどの新しい測定手法の調査を行った．マイクロ・トンネルの排気導入部の改造を行い、全量希釈トンネルとの相関試験を行った結果、測定値は低負荷条件で全量希釈トンネルより約10%低く高負荷条件では約10%高い傾向が見られたが、全体では良好な同等性が得られ、マイクロトンネルを公式試験法に導入できる見通しを得た．

課題(オ)．混合燃料のシミュレーションを行うための噴霧・着火・燃焼モデルの改良を行い実験結果と比較した．また、燃料噴霧の拡散性向上効果についてPMを中心に実験解析を行った．この結果、噴射系諸要素を変更した場合、コモンレール圧力が高くなるとPM低減率は増加する、パイロット噴射率が高くなるとPM低減率は低下する、負荷率はほとんど影響しないなどの結果を得た．これらの結果から、新燃焼方式を用いて低エミッション化を達成するための燃焼制御方法について見通しを得た．

課題(カ)．実験においては気筒内を撮影した輝炎の画像に2色法を適用することにより、n-

ノナン単一燃料およびn-ペンタンとn-トリデカン混合燃料を用いた場合の燃焼過程における温度の推移を観察し、燃料の違いによる燃焼火炎の微妙な差異を定量化できる可能性を見いだした。燃焼シミュレーションにおいては燃料液滴の分裂と着火に関するサブモデルの改良を行い良好な結果を得た。

課題(キ)．本年度は、冷始動走行モードのNH₃分析において試料採取を妨害する自動車排気系の凝縮水挙動を解析した。本課題は平成13年度で終了したが、これまでの研究結果とあわせ、自動車排気中のNH₃排出量を損失なく把握できる分析手法について取りまとめた。

課題(ク)．DPF装着時のPM低減効果を運転モード別に明らかにした。また、DPFによる粒径個数分布別の低減率、過渡運転時のDPFの入口ガス温度と入出口差圧、粒径個数分布挙動等に関して知見を得た。

課題(ケ)．マイクロ天秤計測の誤差要因を調べるとともに、低濃度レベルの排出ガスを、従来の測定方法と同様な測定精度で評価できる合理的な手法について検討した。マイクロ天秤計測の誤差要因に対する対策を示すとともにBMD (Bag Mini Dilutor) 等の排気ガス評価手法について課題を明らかにした。

課題(コ)．現状のNO_xセンサの基本特性を把握するとともに、NH₃への干渉対策を行った。またNO_x吸蔵触媒への利用可能性を検討した。試作した改良型NO_xセンサを評価した結果、100～500ppmの濃度範囲で5%の精度で計測出来ること、NH₃干渉を70%低減出来ることを確認し、NO_x触媒の吸蔵量をセンサで検知できる見通しを得た。

課題(サ)．排出ガス流量導出の技術を検討しA/F方式排気流量計を試作するとともに、システムを組み上げるのに必要な要素の導入を進めた。高速応答型CO₂計を利用して燃料流量を計測した結果をもとに、試作したA/F方式排気流量計の応答性などを測定評価中である。

課題(シ)．ガソリン車のVOC(揮発性炭化水素)やディーゼル車のPAH、ダイオキシン類の捕集・分析法を検討した。また触媒機能と1,3-C₄H₆やC₆H₆の排出関連を調べた。VOC分析時のFTIR使用条件、PAHと、エンジン負荷、排気温度の関係、実走行時のダイオキシンの排出量、触媒劣化時のHC組成変化等について知見が得られた。

課題(ス)．排出ガス対策システムに異常が生じた時の排出ガス悪化を確実に検知できるOBD技術の要件や必要な診断技術、評価方法を検討し、三元触媒の劣化検知に有効な Δ power間接診断法やNO_xセンサによる直接検知法の可能性を実証した。また失火やO₂センサのOBD技術の評価装置を開発した。

課題(セ)．ディーゼル排気中のPAHおよびガソリン排気中のベンゼン等の揮発性炭化水素類の排出実体を把握した。PAHの排出は運転モードならびに車種により大幅に異なること、ガソリン排気中のVOCはその反応性により浄化挙動が異なること等を明らかに出来た。

課題(ソ)．排出ガス対策システムに関連した部品の故障、劣化と排出ガスの悪化との関連性を調べ、各種センサ、信号線、触媒装置などの不具合と排出ガス悪化との関連データを得た。またサーベイランスでの車種選定要件を検討し、車種選定方法に関する諸外国の情報を整理した。

課題(タ)．NO_x選択還元触媒に単一成分燃料の排気を導入したときの反応阻害要因を探った。この結果、排気中の水分がNO_x還元反応を阻害する場合のあることを確認した。また実排ガス導入試験による吸蔵NO_x還元時の反応メカニズムを解析し、浄化性能向上には吸蔵NO_xと増量HCによる浄化反応の効率改善が必要であることがわかった。

課題(チ)．ジメチルエーテルのPt111面におけるメチル脱離反応について密度汎関数法による検討を行い、ジメチルエーテルの触媒における浄化開始温度でのメタン発生のメカニズムを把握した。

課題(ツ)．台上試験装置のISO路面模擬用ローラパッドを改善し、台上と試験路での測定結果の比較検討を行い、CPX(近接測定法)法の有効性を確認した。また、タイヤ路面間のスリップ特性と加速時タイヤ騒音との関連を調査し、タイヤ路面間のスリップが大きくなるほど、加速時のタイヤ騒音が増加することを明らかにした。

課題(テ)．スリックタイヤ法とカーペット法について比較検討し、タイヤ騒音の有効な分離法を開発し、加速時タイヤ騒音の分離精度を明らかにした。その結果、最大1dB～1.5dB程度の誤差を見込む必要のあることが分かった。本手法を用いて、タイヤ騒音寄与率と、車体形状等の影響について解析した。また、慣行法では、加

速時タイヤ騒音の寄与率を低く評価することになること等を明らかに出来た。

課題(ト)．熊谷市の自動車試験場のISO路面について、路面性状の経年変化を調査した。本年度の測定解析結果によれば、TD値及び垂直入射吸音率については、特段の変化は見られなかった。路面凸凹プロフィールについても同様であった。

課題(カ)．移動音源の測定音圧をシミュレーションにより模擬する方法を開発した。また、マイク配列や音源近傍の反射面の影響を調べ、音源直下に完全反射面がある場合に、再生結果に及ぼす影響を明らかにした。

課題(キ)．衝撃波管内で二つのピストンを駆動させることによって発生する圧力波の強さや、圧力勾配を効果的に低減する手法を検討した。管の内壁に多孔質材等を装着することによって、圧力波の強さや圧力勾配を減衰させることができ、多孔質材の性状による圧力波の減衰効果の違いを明らかにできた。

課題(ク)．車両と障壁間の空間をモデル化し、鉄道騒音の多重反射による影響を3次元境界要素法を用いて解析した。また、高速移動音源に対する防音壁の遮音性能を求めるため、高速移動音源の特性及び計測手法について検討した。

(2) 地球環境の保全に関する研究課題

課題(ケ)．ハイブリッドシステムの個別要素技術の性能を台上実験により定量化し、新形式バスの都市内走行における回生電力量や蓄エネルギー機器の充放電損失を推定した。また、新形式動力システムのエネルギー効率を計算により予測する手法を検討し、エネルギー効率評価プログラムを作成した。この結果から、従来車の2倍の効率達成への見通しを得た。

課題(コ)．燃料ガス中に存在する種々の微量夾雑物の、燃料電池の発電性能に与える影響を明らかにする一般式として、物質ごとの効果を評価するための被毒係数の概念を提案した。また、ハイブリッド方式燃料電池自動車の実用時エネルギー消費量を検討し、都市内走行を想定した場合の燃料電池自動車の総合効率を試算した。

課題(カ)．平成13年度では、大型低公害車に採用可能なエンジン技術、代替燃料技術について要素技術のレビューを行うとともに、必要不可欠な技術であるハイブリッドシステムの制御系について、現状の技術レベルを評価し、高効率

化を達成するための手法を調査した。この結果から、大型ディーゼル車に代替しうる次世代形低公害車のコンセプトを、各車種ごとに取りまとめた。本結果は、平成14年度より開始される国土交通省の大型プロジェクト「次世代低公害車開発促進事業」に活用されることとなった。

課題(ク)．実車による走行実験から、大気環境条件の異なる主要都市の走行形態と触媒温度分布を収集し、環境温度と N_2O 排出量の関係を解析した。触媒温度と N_2O 排出量の関係把握から冬季および寒冷地では N_2O 排出量が増大すると予測結果を得た。

(3) エネルギー資源の節約及び多様化に関する研究課題

課題(7)．本年度は、実走行での燃費測定や複数車両のシャシダイナモメータ実験により、運転条件と燃費の関連を把握した。また過渡走行モードでの燃費シミュレーション法を検討した。平均速度の低下と燃費(km/l)の悪化傾向との関連や、アイドリングによる燃料消費への影響度などが明らかになった。また実走行燃費計算プログラムを試作した。

課題(ハ)．コモンレール式燃料噴射装置の課題を検討するとともに、高圧噴射対応のインジェクターを試作した。エンジン実験を行い噴射ノズルの噴孔数が性能、排気に及ぼす影響、 $Co-AI_2O_3$ 触媒の NO_x 低減効果を調べた。噴孔数の少ない噴射ノズルでは拡散燃焼が主体であるため NO_x が少ない、 $Co-AI_2O_3$ 触媒は排気中に水分が少ない場合は20～30%の NO_x 低減率が得られるが、高濃度の水分が共存する場合には NO_x 還元作用が著しく低下する等の知見が得られた。

3. 試験研究の成果、主なる発表、成果の運輸行政、産業界、学会等に及ぼす

効果等の所見

以上の各課題で得られた研究成果の一部は、所内発表11件、及び国内外の学会等で58件(うち欧文発表21件)の発表を行った。発表した論文の内訳は以下の通りである。

(1) 所内発表

第1回交通安全環境研究所研究発表会 11編

(2) 所外発表

自動車技術会講演会 12編

自動車技術会論文集 1編
日本機械学会論文集 2編
日本機械学会講演会 6編
日本機械学会研究分科会論文集 2編
自動車技術会欧文論文誌 1編
電気自動車研究会 3編
日本化学会 1編
大気環境学会 1編
エアゾル科学・技術研究討論会 2編
米国自動車学会(SAE) 7編
SAE Transaction 1編
Internoise 2編
第18回国際電気自動車シンポジウム 1編
振動・音響新技術シンポジウム 2編
IPC - 11 1編
日本騒音制御工学会研究発表会 1編
鉄道技術連合シンポジウム 1編
雑誌等発表 7編(国内誌 5編, 海外誌 2編)
その他 4編

(3) 行政施策等への研究成果の反映

陸上交通に関わる環境全般、省エネルギー等に関する国土交通省、環境省はじめ関係省庁の行政施策に関し、技術資料の提供、各種委員会への参画による技術的知見の提供等を行った。これらの資料は、当部が提供した排出ガス技術データが中央環境審議会・自動車排出ガス専門委員会における新長期自動車排出ガス規制の検討に際し、重要な中立的データとして有効活用される等、行政施策に反映されている。

また、国連欧州経済委員会自動車排出ガス専門家会議(ECE/WP29/GRPE)、同騒音専門家会議(ECE/WP29/GRB)等の国際企画会議および技術ワーキングへ技術専門家として参加し、国際基準調和作業への技術協力を継続的に行ってきた。

ECE/WP29/GRPE の大型車世界統一試験法ワーキング(WHDC)では、当研究所で実施した各モードのバリデーション試験結果が提供され、その結果、我が国の主張が反映された世界統一基準案が作成され、また、ディーゼル車からの粒子状物質の測定法に関しては、従来からの懸案であったフルトンネルとマイクロトンネルの相関性に関わる技術要件を世界で最初に明らかにした。この結果はISOのマイクロトンネル関係ワーキングへ提供され、マイクロトンネルに関わるISO規格の完成に重要な貢献をした。

一方、日本機械学会、自動車技術会等の学会における、各種委員会のメンバーや学術講演会座長として当部からも多数参画し、研究によって得られた知見をもとに積極的な活動を行っている。

4. 試験研究設備、施設の整備状況

平成13年度に整備した主な試験研究設備等は以下の通りである。

- 粒子状物質排出量解析装置
- 超高速 NO_x 計
- 高速応答型 CO/CO₂ 計
- ナノ粒子粒径計測装置
- 自動車排ガス希釈サンプリング装置
- ニトロアレン迅速抽出装置
- 大気中微量有害物質連続捕集装置
- HC 成分反応機構解析用 H₂ 分析計
- 触媒劣化状態模擬発生装置
- NO_x 吸蔵触媒吸蔵能測定装置
- NO_x ストレージ限界量解析表示装置
- 排気空燃比計
- 加速時タイヤ騒音瞬時音響インテンシティ解析装置
- 可視化用アルゴンイオンレーザー

1.2 研究課題別実施状況

1.2.1 地球環境の改善

液化天然ガスを用いた貨物自動車用機関の技術評価に関する研究

成澤 和幸

堀 重雄, 安 秉一

研究開始時期 平成 10 年 4 月

研究終了時期 平成 13 年 3 月

1. 目的

現在利用が進められている天然ガスは気体燃料であるため貨物自動車用機関に用いた場合、高熱効率と低公害性の両立が困難と見られ、航続距離が短い欠点を有する。一方、LNG(液化天然ガス)はエネルギー密度が高く大幅な低公害化を確保しつつディーゼル車と同等の高熱効率を達成出来る可能性があり、航続距離の確保も容易である。しかしながら、LNGを用いた貨物自動車用機関の燃料供給技術、低公害燃焼技術等が明らかになっていないため、その研究を実施してLNG自動車の実現に資する必要がある。本研究では、ディーゼル

機関の燃料を LNG に転換し、大幅な低公害化とディーゼル機関並の熱効率を達成する技術を明らかにする。

2. 試験研究概要

実験用単気筒機関における天然ガスの直接噴射方式に関する実験データを用いて、実車搭載用多気筒機関の動力性能、排出ガス性能をシミュレーション計算により求め、直接噴射方式 LNG 機関を実用化するための要件について明らかにする。一方 LNG は産地によって組成が異なり、また燃料タンクに同一組成の燃料を充填しても使用条件によりタンク内の燃料組成が変化する。そこでこの燃料組成変化の状態を再現して、実験により燃料組成変化と排出ガスの関係を解明する。

3. 成果概要

○ 過渡運転条件における LNG 燃焼技術に関する研究（成澤和幸）

4 気筒実車搭載用機関を運転するための LNG 燃料配管を、断熱容器や熱交換器で構成し、過渡運転状態での燃料供給が可能であることを確認した。また昨年度に引き続き、電算機内に仮想の 4 気筒実車搭載用機関を設定して、シミュレーション計算により性能予測を行った。単気筒機関を用いた実験により得られた気筒内燃焼時の熱発生率や排出ガスのデータを用い、直接噴射方式の 4 気筒機関の性能を予測した。

実施結果は以下である。

(1) 吸気系ではエアクリーナー、中間冷却器付過給器、EGR、排気系では触媒の採用を可能とした仮想機関を設定し、過給と EGR を組み合わせた場合の気筒内圧力と熱発生率の比較を可能にした。

(2) 空気過剰率、燃料噴射圧力等をパラメータに用いた種々の条件下において、熱発生率パターンを入力することにより燃焼状態を推定する手法を発展させて、機関動力性能予測とともに排出ガス性能を予測する手法を検討した。

(3) 定常運転状態におけるシミュレーション計算を過渡運転条件に拡張するためのパラメータを定めた。

○ 燃料組成と排出ガス性能に関する研究（堀 重雄）

昨年度はウェザリング現象を模擬してメタン含有量が段階的に大幅に低減した 2 種類のモデルガスおよび 13A ガスを対象に、予混合希薄燃焼方式エンジンの定常運転状態において、燃料組成変化が排出ガス性能および機関性能に及ぼす影響について検討した。本年度は、実燃料を用いて燃料組

成変化が排出ガス性能および機関性能に及ぼす影響について検討し、以下のことがわかった。

(1) LNG 燃料のウェザリング現象は容器内の燃料残量が 1/4 以下の場合に著しく顕著に顕れる。

(2) ウェザリングが進むにつれて NO_x は増大するが、CO、HC の排出は大きく変化しない。ただし HC の組成は大きく変化し、エタン、プロパン、ブタンの比率が大きくなる。

(3) 過度にウェザリングが進んだ場合、ホルムアルデヒド等の微量物質の排出増加が見られた。

DIディーゼルエンジンから排出される多環芳香族炭化水素（PAH）の生成・排出メカニズムの研究

堀 重雄

成澤 和幸、鈴木 央一

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目的

環境庁の優先取り組み 22 物質の一つである BaP(ベンゾ aピレン)を含む PAH(多環芳香族炭化水素)類がディーゼルエンジンから生成・排出されるメカニズムについて明らかにすることを目的とする。

2. 試験研究概要

主として、単気筒エンジンを用いて実験を行い、燃料組成、潤滑油履歴が PAH 排出に与える影響について検討する。その結果から、気筒内燃焼と PAH 生成・排出との関連について考察を行う。

3. 成果概要

○ 燃料・エンジン潤滑油が PAH 排出に及ぼす影響に関する研究

単気筒エンジンの低回転・低負荷および高負荷運転条件において、市販燃料および特殊燃料を用いたときの各種 PAH 排出量を把握した。また、燃料に 4 環の PAH であるピレンを添加した実験を行い、添加したピレンが排出 PAH、PM に及ぼす影響を明らかにした。

未使用および使用過程中のエンジン潤滑油中の各種 PAH 含有量を比較することにより、エンジン潤滑油が PAH 排出に影響を与えることを確認した。

○ 気筒内燃焼と PAH 生成・排出の関連に関する研究

単気筒エンジンの低回転・低負荷および高負荷運転条件において、市販燃料および特殊燃料を用いたときの燃焼解析を実施し、燃料組成が気筒内燃焼に及ぼす影響を把握した。

上記燃料を用いたときのディーゼル燃焼のパラメ

ータとして噴射圧力を低圧から高圧に変化させた時の、PAH,PM 排出特性を明らかにするとともに、気筒内燃焼との関連について考察し、知見を得た。

ディーゼル車用粒子トラップ等に関する研究

佐藤 辰二

研究開始時期 平成 9 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

ディーゼル自動車から排出される粒子状物質を低減するために、自動車用エンジンの燃焼を改善する種々の方策が試みられているが、現在までの技術を用いて燃焼制御により粒子状物質の排出を低減するのは限界があると考えられている。したがって、粒子状物質を抜本的に低減するための粒子トラップ等の後処理装置の採用の検討が重要となる。

本研究では粒子トラップ等の後処理装置の開発状況を踏まえた上で、その実用状態における性能把握手法を検討するとともに実用性評価手法を明らかにすることを目的とする。

2. 試験研究概要

前年度までに、粒子トラップを中心とした新型後処理装置の文献調査及び酸化触媒の性能実験を行った。平成 13 年度以降は引き続き文献調査を行うとともに、実用化が容易と考えられる新型粒子トラップについて実用条件下における性能を実験により検討する。さらに、信頼性の検証等実用性評価を行った上でディーゼル自動車に最も適した粒子トラップのありかたを明らかにする。

3. 成果概要

○粒子トラップ等の実用性評価に関する研究

エンジン排気量 8 L の平成 6 年規制対策車に連続再生式 DPF を装着しシャーシーダイナモメータ上で平均車速の低い実路走行条件で約 1000 Km の連続走行を行い、排出ガス浄化性能、PM 再生機能の劣化状況を調査した。

PM の堆積状況を DPF 入口圧力の変化から確認した結果、低速の連続走行を行うと 400 Km 程度の走行で DPF 背圧が上昇し、その後走行距離が増えるに従い圧力がさらに上昇した。約 800 Km の走行で、モード運転中の最高圧が、当初の 400 mm A q 程度であったものが約 2000 mm A q に達した。また、一定走行距離ごとに PM、および排出ガス測定を行い、DPF 機能変化を把握した。

大型ディーゼル車の国際基準調和対応排出ガス審

査・評価技術に関する調査

塚本 雄次郎

石井 素

研究開始時期 平成 11 年 4 月

研究終了時期 平成 13 年 3 月

1. 目 的

自動車の基準認証制度は、欧州が中心となって国連 ECE1958 年協定により国際的に統一するための作業が進められている。我が国も 1998 年にこの協定に加盟し、今後は国連欧州経済委員会の中で国際基準調和に関する我が国の意見を積極的に反映する必要がある。現在、大型ディーゼル車の国際基準調和作業において、試験運転モードの構成法と低排出ガス及び排気対策システムの評価手法が課題となっている。

本研究は、大型ディーゼル車の使用実態を代表する試験運転モードの策定し、排出ガスや粒子状物質の新たな測定・評価手法を検討するものである。

2. 試験研究概要

粒子状物質の測定装置として普及が予想されるマイクロトンネルなどの新しい測定手法の調査を行ない、技術的な資料を蓄積する。また、粒子状物質の連続測定や粒径分布の解析を行なう。DPF (ディーゼル微粒子除去装置) については、エンジンの使用条件との組み合わせで DPF の浄化特性を解明する。

3. 成果概要

○排気対策デバイスの性能評価手法に関する研究 (塚本雄次郎)

マイクロ・トンネルのサンプリング・プローブの短縮、排出ガスと希釈空気のみキシング方法などを見なおして改造を行い、PM 測定に関して全量希釈トンネルとの同等性を比較検証した。その結果、マイクロ・トンネルで測定した値は負荷率の低い条件で全量希釈トンネルより 10%ほど低く、負荷率の高い条件では 10%ほど高くなる傾向が見られたが、試験モード全体では全量希釈トンネルと良好な同等性が得られた。

○新方式による粒子状物質測定・評価手法の開発 (石井 素)

連続再生型 DPF を用いて、ディーゼル・エンジンからの排出 PM の浄化性能を測定した。DPF 装着時の PM 排出量のレベルは、無装着時の排出量の約 1/50 に低下することが分かった。一方、DPF 装着無しと有りの状態で PM を粒径分布測定して、PM の個数で評価した場合、DPF は粒子個数を

1/1000 以下に浄化する性能を有していることが認められた。DPF の浄化性能を、フィルターに PM を捕集して質量で評価したときと、粒径分布測定による個数濃度で評価したときとで性能に差があることは、今後の検討課題である。DPF を装着していない時の粒径分布は負荷率によってピークが異なるが、DPF 装着時は負荷率に関係なく粒径 60nm 付近の粒子に個数のピークが見られた。

新燃焼方式によるディーゼル機関の高効率化・超低公害化に関する研究

後藤 雄一
石井 素, 鈴木 央一
Rahman Montajir

研究開始時期 平成 11 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

ディーゼル機関の燃焼改善による更なる低公害化・高効率化を達成することは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。本研究では、理想的な燃焼形態である均一予混合気の多点着火を、一般的な燃焼の概念にとらわれない新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を目的とする。

2. 試験研究概要

高オクタン価・高セタン価単一組成の混合燃料の減圧沸騰特性を解析し、混合燃料による予混合気形成・燃焼過程をシミュレーションや単一混合燃料によるエンジン実験から解析する。その結果を基に多成分の混合燃料を試作し減圧沸騰特性を実験的に調べるとともに可視化実験、シミュレーション及び燃焼解析から解析する。既存の排気ガス技術（EGR、過給等）における混合燃料の着火現象を解明するとともに、混合燃料の最適条件を燃焼条件との関連で求める。

3. 成果概要

○混合燃料の減圧沸騰特性に関する研究（石井素）

混合燃料のシミュレーションを行うため必要な噴霧モデル、着火モデル、燃焼モデルの 3 モデルについて、作成または従来モデルの改造を行って実験結果との比較を行った。噴霧モデルについては分裂モデルを改良し実験結果とほぼ一致する成果が得られ、着火モデルについては Livengood-Wu 積分に基づく着火判断モデルを導入し着火遅れの

傾向を再現し、燃焼モデルについては、Princeton combustion model の導入を試みた。

○エンジン混合気形成と燃焼特性に関する研究（鈴木 央一）

n-ノナン単一燃料と、n-ペンタン・n-トリデカン混合燃料を用いて混合燃料における燃料噴霧の拡散性向上効果について、噴射系諸要素を変更して PM を中心とした排出ガス測定を行うことで解析を行った。噴射系諸要素を変更した場合、コモンレール圧力が高くなると PM 低減率は増加する、パイロット噴射率が高くなると PM 低減率は低下する、負荷率はほとんど影響しないなどの結果を得た。これら影響要因と関連して、各条件における混合燃料による PM 低減率はパイロット噴射量やコモンレール圧力によらず予混合燃焼部分の熱発生率最大値と高い相関を示した。

○各種運転条件に対応したシステム最適化方策に関する研究（後藤雄一）

予混合圧縮着火燃焼は、ある範囲の運転条件において低 NO_x、低 PM の優れた排気特性を持つが、過早着火するために熱効率が高くない点、運転範囲が限られる点に課題が残されていた。本研究では圧縮端温度を運転条件に応じて変える手法として可変圧縮比機構に注目しその可能性について調べた。その結果、高度化した可変バルブ機構が可変圧縮機構として有望であることが判明し、その長所・短所などについて検討した。

○予混合圧縮着火（HCCI）燃焼による超低公害ディーゼル機関の研究(Rahman Montajir)

定容燃焼容器（FIA100）を用いて混合燃料の着火特性を系統的に調べ、減圧沸騰現象が起きない条件を表す実験式を提案した。この式を利用することによって減圧沸騰現象が起きているかいないかの判定が可能となった。

低公害ディーゼル燃焼の解析手法に関する基礎的研究

石井 素
鈴木 央一, 後藤 雄一

研究開始時期 平成 11 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

ガソリン機関と比較して高効率である直接噴射式ディーゼル機関は、今後しばらくは自動車貨物輸送の主力原動機であると考えられる。しかしその抜本的な排出ガス低減を目的としたディーゼル機関の排出物質低減技術はなお発展途上にあり、

気筒内における詳細な燃焼挙動の解析手法の開発が必要である。

本研究では、気筒内の燃焼シミュレーションおよび可視化実験により、直接噴射式ディーゼル機関の気筒内燃焼挙動を把握する手法の開発を行う。

2. 試験研究概要

実験による可視化像から燃焼生成物の生成・散逸過程を把握する手法についての研究を進めるとともに、多成分燃料を考慮したシミュレーションを適用し、燃焼室内の詳細な燃焼挙動の解析及び予測を可能とする解析手法の確立を進める。

3. 成果概要

○可視化による排出物生成過程解析手法の研究（鈴木央一）

ディーゼル機関内の燃料噴射から着火に至る過程を試験用単気筒ディーゼル機関を用いて可視化するために、アルゴンイオンレーザを光源とする光学系の設定を行った。n-ノナン単一燃料と、n-ペンタンと n-トリデカン混合燃料を用いた場合についても比較を行ったが優位な差はみられなかった。同様の燃料についての燃焼の過程については、気筒内を撮影した輝炎の画像に2色法を適用することにより、気筒内における温度の推移について解析を行った。n-ノナン単一燃料の方が輝炎の範囲が拡大するが平均温度は低くなるという結果が得られた。

○多成分燃料モデルによる燃焼過程の解析に関する研究（石井 素）

燃焼シミュレーションにおいて噴霧の燃料液滴数の増加がとまず、容量を超える問題があったため、噴霧の霧化モデルを改良型 WAVE モデルに改良した。定容容器内において n-ドデカンを噴射した場合の噴霧到達距離については、過去の文献データと一致する結果を得ることができた。このモデルを用い、n-ヘプタンの噴霧の成長過程の計算を行ったところ、軽い燃料はより上流側において蒸発する傾向を得ることができた。着火のモデルについても、燃焼シミュレーションプログラムに組み込みを試み、定容容器内の n-ヘプタンの着火遅れの実験との比較を行った。800K 以上における着火遅れに関しては改善されたものの、今後一層の改良が必要であると考えられる。

○予混合圧縮着火燃焼に適した燃料着火特性の解析（鈴木央一）

燃料の着火遅れ期間において通常のディーゼル燃焼より燃料拡散を促進し、PM 排出挙動に対する着火特性要因の解析を行うために、n-ノナン単

一燃料と、n-ペンタンと n-トリデカン混合燃料を用いた場合について単気筒機関を用いた実験を行い排気特性の比較を行った。

燃料噴射圧力を 30～100MPa、パイロット噴射量を 10%および 45%と変化させた実験の結果より、噴霧到達距離が相対的に大きい場合に、単一燃料に対する混合燃料の PM 低減効果が拡大しその低減効果に相関関係があることが明らかにされた。

自動車排ガスに含まれるアンモニア化合物の捕集と分析手法に関する研究

小池 章介

研究開始時期 平成 10 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目的

三元触媒車からはアンモニア (NH_3) が多量に放出されていることはあまり知られていない。この NH_3 は大気中の有害成分と強く反応し、酸性雨や窒素酸化物の二次的生成因となっている可能性が高い。しかし NH_3 は水に極めて溶け易く、その正確な捕集と分析は困難である。自動車の NH_3 も分析も CVS 法では試料損失大きく排出重量として把握できない。このため環境に及ぼす自動車の NH_3 負荷はまったく評価されていないのが現状である。

本研究は自動車の NH_3 を排出重量として正確に評価できる分析手を確立し、その排出低減対策明らかにすることを目的とする。

2. 試験研究概要

加熱型 FT-IR 分析計により気相 NH_3 の動的な排出挙動把握と、デニューダサンプラによる固、液相 NH_3 化合物の排出をそれぞれ分離してとらえ、自動車の NH_3 を排出重量として評価する。また自動車排気系の温度分布推移から水の凝縮による NH_3 損失と放出によるサンプリング手法を検討した。

3. 成果概要

○FT-IR 法とデニューダサンプラ法によるガス状 NH_3 試料捕集法の研究

試料ガスに自動車に模擬したモデルガスを加湿し、ロジウム系還元触媒により NH_3 発生させサンプリング系の NH_3 損失を検討した。固相および液相のアンモニア化合物は炭酸アンモニア ($\text{NH}_3(\text{CO}_3)_2$) が主体であり、デニューダサンプラに効率よく捕集され、気相 NH_3 は FT-IR で損失なく分析できることから CVS 法における希釈サンブ

ルガスを直接 FT-IR に導入し、気相 NH₃濃度とデニューダ 2 段目の NH₃濃度の分析値を合計することによる分析手法が自動車排出ガスの NH₃総量を把握する手法に適用できると考えられる。

○自動車排ガス中の微量成分の捕集・分析精度に関する研究

本報では前年度に引き続き NH₃が排気系のどの部分で損失するかを水の凝縮から検討した。冷始動 11 モード走行試験時の排気系各部の温度を詳細に観察した結果、11 モード試験時の排気系に生じる水のほとんどが 3 サイクルの始めまで、メインマフラー内に保留される。また CVS 装置のサンプル導入管内に凝縮した水も NH₃を溶解し、NH₃試料が損失するとともに CVS 装置のバックグラウンドを押し上げ、正確な排出量測定を困難にしていることが明らかとなった。

自動車の NH₃分析手法としては触媒出口に加熱プローブを取り付け、FT-IR により連続分析した NH₃の瞬時排ガス濃度と、瞬時排ガスを積和することにより冷始動走行モードの NH₃排出量が求められる。

DPF による排出微粒子低減効果の評価に関する研究

後藤 雄一

塚本 雄次郎，李 津夏

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目的

過渡的負荷条件を模擬可能な大型ディーゼルエンジンベンチと大型希釈トンネルシステムを利用し、DPF によるディーゼル排出微粒子の低減効果の評価する。DPF の上流・下流排出粒子濃度、排出粒子径分布、排出ガス濃度等を連続計測し、DPF の合理的な評価手法を求める。さらに、高度化 DPF について実時間・高精度で粒径計測可能な炭素状粒子径測定装置を用いて、より低濃度となるディーゼル排出微粒子計測の高度化手法を確立する。

2. 試験研究概要

DPF のディーゼル微粒子の低減効果については、粒子の捕集・再飛散、捕集粒子の粒径依存性、粒子性状依存性、DPF 内での粒子生成など未だ十分に明らかにされていない。実運転条件では、加減速のある過渡条件で DPF が微粒子低減がどの様に効果あるかを評価する手法を確立する。従来型の

DPF についてディーゼル排出微粒子の過渡条件を含めた低減効果の評価手法について検討する。

3. 成果概要

○従来型 DPF の微粒子低減効果の粒径依存性評価に関する研究（李 津夏）

ディーゼル微粒子除去装置（DPF）による排出微粒子の低減効果および粒径個数分布を評価するために相互再生式 DPF を用いエンジン単体を実際の運転とほぼ同じ過渡運転モードの UST（US Transient Cycle）及び ETC（European Transient Cycle）と定常運転モードの D13（Japan Diesel 13mode）及び ESC（European Stationary Cycle）の実験を行った。2 次希釈トンネルから PM 排出量は質量測定で PM 粒子の粒径個数分布は ELPI を用いて測定した。その結果は以下のとおりである。

(1) PM 排出量測定の結果、DPF によって過渡運転モードの UST は 83.3%、ETC は 85.7% 低減する。しかし、定常運転モードの D13 は 78.1%、ESC は 79.8% 低減する。

(2) 全運転モードにおいて、エンジン回転数やトルクの変化に伴い DPF の入口ガス温度と入出口差圧、粒径個数分布が変化する。

粒径個数分布を測定した結果、DPF を装着した場合、いずれの運転モードでも粒径個数分布では中央値 62nm の粒子が一番多く、全粒径個数分布では Size180nm 以下の微細粒子が大部分を占めている。

しかし、DPF 無しの場合、過渡運転モード（UST、ETC）は粒径個数分布の中央値の 62nm が一番多い反面、定常運転モードの D13 と ESC は 110nm が一番多い。

(3) DPF による粒径個数分布別の低減率は、過渡運転モードでは約 85% 程度である。一方、定常運転モードでは中央値 31nm の粒子は 50% 以下の低減率であるが、粒径が大きくなるに従い低減率が増加し 110nm 以上からは 70% 以上である。

次世代排気ガス計測法の開発に関する研究

小高 松男

佐藤 辰二，石井 素

後藤 雄一

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目的

今後、排出ガスや PM の規制が一層強化される中で、ディーゼル車やガソリン自動車、超低公害

自動車からの排出ガス・PM 排出量が大幅に低減し超低濃度になりつつあるため、従来の計測法では到底対応出来なくなっている。そのため、超低濃度の排気ガスに対する次世代の計測法が早急に必要とされている。また、規制強化の流れの中でガソリン自動車の排出微粒子などの未規制領域についても早急に計測法の確立を図る必要がある。本研究はこれらの課題について研究し技術資料を得ることを目的とする。

2. 試験研究概要

超低濃度で排出される粒子状物質の重量基準、粒径基準による計測法の課題を明らかにし、排出ガスの最適な計測手法について検討する。この成果を基に自動車からの排出微粒子の排出実態を解明し、より適切な計測手法の高度化方策を確立する。

3. 成果概要

○超低濃度排出微粒子の重量計測法に関する研究（佐藤辰二）

低濃度で排出される粒子状物質を捕集したフィルタをマイクロ天秤で計測する際の誤差要因を列挙し、静電気の影響、大気圧の変動による浮力変動の影響などを評価して極微量捕集量の計測手法の確立を図った。

○極低濃度排出微粒子の粒径計測法に関する研究（石井 素）

低濃度で排出される粒子状物質の粒径計測法の課題を明らかにし、シャシーダイナモメータに設置した乗用車の排気管から粒径を捕集する手法について検討した。DPNR を装着した車両について計測する準備をすすめた。

○超低濃度レベルの排出ガス評価手法に関する研究（後藤雄一）

今後の規制に対応したエンジンからの低濃度レベルの排出ガスを従来の測定方法と同様な測定精度の高い合理的な評価手法について、BMD (Bag Mini Dilutor), Micro Tunnel などの要求条件と実現方法について検討し実験の準備を進めた。

車載型 NOx センサの実用化とその利用技術に関する研究

野田 明
山本 敏朗

研究開始時期 平成 13 年 9 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目 的

一般に NOx と CO₂ の低減対策は技術背反性の

関係にあり、両者を共に大きく改善するには、ブレークスルーとなる要素技術の開発が待たれている。本研究では、車両の排気管に直挿して排出ガス中の NOx 濃度を検知できる小型 NOx センサの実用化を目指すとともに、この技術を自動車 NOx の低減対策や燃費の向上対策、触媒装置の劣化車上診断技術に適用する可能性を追求する。

2. 試験研究概要

交通安全環境研究所及び NOx センサの開発では国内最先端にいる日本碍子（株）が共同して本課題に取り組み、小型 NOx センサの実用化に必要な技術課題、改良技術を研究するとともに、NOx センサの応用技術として、NOx 吸蔵還元型触媒付きエンジンの空燃比制御での利用や排気浄化触媒の車上劣化診断法への適用等の技術的可能性を実験的に検証することとする。

3. 成果概要

○NOx センサの実用化に係る問題点の解明と対策技術に関する研究（山本敏朗）

NOx センサの基本性能を調べる実験をモデルガス及びエンジン実ガスを使って行い、センサの出力信号と化学発光方式の NOx 濃度計の分析値を比較した。その結果、現状の NOx センサは 100 ~ 500 ppm の範囲で 5% の精度で NOx 濃度の計測が可能であった。さらに応答性評価実験なども行った結果、適用範囲を選んで使用すれば、同センサは実機エンジンで利用できる見通しが得られた。ただ三元触媒付きガソリンエンジンでは、空燃比リッチ域で触媒反応により生じたアンモニアにより NOx 感度に干渉影響が出ることがわかった。そこで NOx センサ素子のガス導入口部に NH₃ を分解する触媒を配置した改良型センサを試作して干渉誤差を抑える対策を試みた結果、NH₃ への感度を 30% まで下げることに成功した。

○NOx センサの利用技術の可能性に関する研究（野田 明）

NOx 吸蔵還元型触媒の空燃比制御に NOx センサを利用する技術的可能性を調査した。最初に NOx 吸蔵触媒の吸蔵能力を調べるため、空燃比をリッチ状態からステップ状にリーン状態に変えて、触媒前後の NOx 濃度を NOx センサで測定した結果、両者の信号差から求めた吸蔵量は、触媒の種類やガス温度に大きく影響されていることがわかった。すなわち NOx 吸蔵量を触媒前後の NOx センサ信号とガス流量から直接計算する方法は、従来のような間接演算法に比べてガス温度、劣化影響等の誤差要因を低減できる点で有望であるとい

う確証を得た．次に空燃比リーン状態で運転して周期的にリッチスパイクを与える実験を行い，触媒前後の NO_x センサの出力を調べることで，リッチスパイク制御の適正化に必要な資料を得ることができた．

超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発に関する研究

後藤 雄一
佐藤 辰二，石井 素

研究開始時期 平成 13 年 8 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1．目 的

超低濃度の排出ガスおよび PM に対する次世代の計測法が早急に必要とされている．この計測法の技術開発を行うことにより，超低公害自動車に対して高い計測精度で正確な評価をすることが可能となることから，より低環境負荷な自動車の普及を促進する基礎とするために，今後の超低公害自動車に対応する排出ガス計測システムが確立することを目的とする．

2．試験研究概要

超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発のために，排出ガス流量導出の技術の計測精度，再現性，実用性等を調べ，開発済みのシステム要素と組み合わせで排気ガス及び PM を统一的に計測可能なシステム構成法を検討する．さらに，ナノ粒子（nano particle）等の粒子計測法を適用する手法の可能性も検討する．排出ガス流量導出の技術を検討し A/F 方式排気流量計を試作するとともに，システムを組み上げるのに必要な要素の導入を進める．また試作した A/F 方式排気流量計を考慮に入れたシステム構成法を検討しその評価を行うとともに，本システムへのナノ粒子計測法の適用可能性の検討を行う．

3．成果概要

○超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発に関する研究

自動車から排出される排気ガス成分から排出ガス流量導出の手法を求め，その影響要因について詳細に検討した．排気中の CO₂濃度を高速に計測しているために，高速応答型 CO₂計を導入しカーボンバランス法により高速で燃料流量を計測した．これらの結果をもとに A/F 方式排気流量計を試作し，高速応答型 CO₂計による結果と応答性などの比較を行った．さらに，システムを組み上げるのに必要な要素の導入を進めた．

自動車から排出される未規制有害物質の実態解明と排出抑制技術に関する研究

野田 明
阪本 高志，山本 敏朗
堀 重雄，佐藤 辰二

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 17 年 3 月

1．目 的

ベンゼンや 1,3 ブタジエン，アルデヒド類などは，排出ガス中に存在することが指摘され，さらに PAH（多環芳香族）やニトロアレーンを含む各種の含窒素化合物など規制成分に比べれば量的には少なくとも人体影響が懸念される有害物質が排出ガスに含まれている可能性が高い．しかしこうした未規制有害物質の詳しい排出実態は不明である．そこで本研究では，自動車から排出される未規制有害物質の排出実態と排出メカニズムを研究するとともに，排気後処理対策等により未規制有害物質の排出をどの程度まで低減できるか，その技術的可能性を追求する．

2．試験研究概要

未規制有害物質の分析法として，排出ガス中に含まれる PAH（多環芳香族）等の各種炭化水素成分やニトロアレーン，ダイオキシン類等のサンプリング法，分析法を検討する．さらに高速フーリエ変換赤外分析法（FTIR）による多種成分連続分析法についても，その可能性や問題点を調査する．さらに極低濃度な成分を分析するため，直接ガスからサンプリングする方法なども研究する．それらをもとに，排出ガス実態解明に必要な各種データをシャシダイナモ試験，エンジンベンチ試験により実測する．

一方，未規制成分の清浄化技術を研究するため，ガソリン車における触媒反応と未規制物質の関連を調査し，これをもとにコールドスタート時の排出を抑制する低温活性触媒や 2 次空気供給法などを研究する．さらにディーゼル車からの未規制物質低減に効果的な排気後処理システムも研究し，未規制物質抑制のための方策の技術的知見を得る．

3．成果概要

(1) 各車両排出ガス中の VOC の排出実態解明に関する研究（阪本 高志）

FT-IR 式自動車排出ガス分析計を用いて，8 台のガソリン車について暖気後の揮発性炭化水素（VOC）の排出状況を測定した．その結果，車両の排気対策の違いにより VOC 各成分の排出濃度ならびに

排出量が大幅に異なっていること、各車両とも排出モル数でみる限りメタンが主成分であることが判明した。

(2) 自動車排気中の有機塩素化合物に関する捕集方法の研究（阪本高志）

ディーゼル貨物車が実走行条件下で排出するダイオキシン類の排出量を測定する方法について取り組んだ。ダイオキシン測定実験では、4 トン積みトラックに運転口ポットを搭載し、シャシダイナモメータ上で平均車速 20km/h 程度の都市内走行を多数回繰り返し運転して、総運転時間約 8 時間におけるフルトンネル希釈ガスのサンプル捕集試料（フィルター及びウレタンフォーム捕集）を採取した。同じ実験で、大気空気中のダイオキシン成分も捕集分析した。採取した試料からダイオキシン量を分析する作業は民間の専門分析機関に依頼した。その結果、T4CDDs のように希釈空気中の方が多い成分もあったが、他の成分は有意に排気ガス中の方が高濃度であることが判明した。現在、分析結果のデータを検討中である。

(3) 自動車から排出される多環芳香族炭化水素（PAH）およびニトロ-PAH の捕集・分析法に関する研究（堀 重雄）

平成元年規制に適合した重量車用 DI ディーゼルエンジンを用いて、粒子状およびガス状で存在する 3 環から 6 環の代表的な PAH の排出傾向を定常運転条件下において把握し

た。その排出傾向とエンジン負荷および排気温度との関係について考察し、いくつかの新たな知見を得ることができた。

(4) ガソリン車用浄化触媒の触媒成分及び調製方法の検討（山本敏朗）

1.3 - C₄H₆ や C₆H₆ などの未規制有害物質の浄化においては、触媒装置による酸化分解が最も有効かつ重要な低減対策といえる。またこの酸化能力が低下した場合には、こうした未規制物質の排出増大にもつながるおそれがある。そこで人為的に劣化させた Pt/Rh 系触媒を使って、酸化分解機能が低下した場合の 1.3 - C₄H₆ 及び C₆H₆ の排出量変化を調査した。その結果、劣化触媒においては、両成分ともに、高負荷加速運転での排出量の増大が顕著となり、この運転域において触媒劣化の影響が現れやすいことがわかった。さらに排出増加の原因として、1.3 - C₄H₆ は低温活性能の低下により、また C₆H₆ は触媒活性後の触媒反応自体の反応性低下が影響していることがわかった。

排出ガスに係る車載機能診断システム（OBD）の技術基準策定のための調査研究

野田 明
山本 敏朗

研究開始時期 平成 11 年 4 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目 的

中央環境審議会答申で車載機能診断システム（On-Board Diagnostic System, 「OBD」）の装着義務付けが打ち出され、また今後は診断対象の拡大も検討されていることから、各種方式 OBD システムが開発されつつある。国はこうした OBD の有効性、信頼性等を客観的に審査・評価できる体制を確立しておく必要があり、そのため今後の OBD システムの性能要件を明確化した技術基準を策定する必要がある。そこで本研究では、現状の OBD システムの有効性、問題点等を調べる一方、海外での OBD 規制の動向も調査しつつ、今後我が国で導入が予定される触媒劣化、失火などの診断技術のあり方を検討し、OBD 技術の適正な評価手法と技術指針の確立を目指す。

2. 試験研究概要

OBD システムを構成する種々の要素技術に関する技術情報を調査・分析するとともに、シャシダイナモメータ及びエンジンベンチを使って、現在及び近い将来の OBD システムの要素技術システムの要素技術 OBD システムに係る技術的課題を見直す。その結果をもとに、今後の OBD システムの技術基準のあり方を求める。

3. 成果概要

○ OBD システムの技術評価手法に関する研究（山本敏朗）

三元触媒装置の劣化検知法として、触媒前後の O₂ センサ信号を FFT 処理し両パワースペクトルの差分で判定する Δpower 間接診断法を提案した。劣化触媒を使った実験の結果、Δpower 法は触媒劣化の影響が現れやすい加速運転域でも診断可能なことがわかった。また排出ガス濃度を直接検知する方法としては、NO_x センサを使用する方法が可能性のあることがわかった。一方、エンジンでランダムに発生する失火の検知機能と O₂ センサの特性変化を検知する機能を試験・評価する装置を開発した。OBD 対応のガソリン車を用いて各機能を試験した結果、両試験装置ともに車載の OBD 技術の評価には有効なことが確認できた。

○ 排出ガス対策装置の高度化に対応した OBD シ

システムの技術指針策定に関する調査研究（野田 明）

現在及び今後予想される OBD システムで使われる要素技術（センサ技術，診断処理ソフトウェア）に関する内外の技術进行分析・調査した．またシャシダイナモメータ及びエンジンベンチを使って，排出ガス対策システムの一部に異常状態（触媒劣化，O₂ センサ特性変化，部分失火等）を与えた上で実走行型の運転を行わせ，排出ガスの悪化レベルと OBD による異常検知の関連性に関する実験・解析を行った．こうした結果から，今後の我が国の OBD システムの技術指針に組み込むべき要件を検討した．また我が国で最近普及しつつある希薄燃焼エンジンと NO_x 吸蔵還元触媒方式のような新しい排気対策システムに対応した次世代型の OBD 技術のあり方を探ることとし，そのため NO_x センサの利用技術の可能性を検討した．

移動発生源計測技術の開発

阪本 高志
小高 松男，堀 重雄
小池 章介

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 17 年 3 月

1. 目 的

近年，ベンゼン，ベンゾ(a)ピレンや含窒素化合物は発癌性など健康への影響が懸念され，環境省も優先取り組み 22 物質等に指定している．これらの成分は移動発生源である自動車排気ガス中にも存在することから，これらの排出挙動を正確に把握することは極めて重要である．干渉成分の多量に存在する自動車排気中のこれら有害物質を正確に計測するため，検出器特性や捕集方法を適切に組み合わせ，簡易で信頼性の高い計測方法を開発し，合わせて自動車からの排出挙動を把握する．

2. 試験研究概要

(1) 揮発性炭化水素を対象とし，水分や反応性ガスの影響を除く対策を行った直接排気ガス捕集装置を試作した．試作捕集装置で実排ガスを捕集し良好な分析結果をえた．

(2) 排気中の多環芳香族炭化水素(PAH)を対象として，アーティファクトの簡易評価法を開発し，S 分添加燃料を用いアーティファクト量を見積もった．また，PAH の全量捕集装置を開発した．

(3) 自動車排気中の含窒素化合物の分析に対する FT-IR 方式排気ガス分析計の適用性を検討し良好な結果をえた．また，亜酸化窒素生成に関するデ

ータを得た．

3. 成果概要

(1) 1,3-ブタジエン，ベンゼン等の揮発性炭化水素類を分析対象とした吸着剤を用いた捕集装置を試作した．水分の除去にはナフィオンドライヤーを用い，捕集部分の温度は室温から - 30℃ まで変化させることができる．ドライヤーにより水分の影響は完全に除けることを実験的に確認した．捕集剤の前処理は He を流しながら 350℃ で 8 時間加熱を行えば良ことを明らかにした．また，重水素化ベンゼン(C₆D₆)を内標にベンゼンの定量を行い良好な結果をえた．さらに，実際の触媒前後ガスの分析を行い，化合物の反応性により触媒での浄化のされ方が異なることが明らかになった．(阪本)

(2) 排気中の PAH 特に B(a)P を分析対象として捕集中のアーティファクトを簡易に判定できる分子軌道法を用いた方法を開発した．また，硫黄分を変化させた燃料による捕集実験により実際の反応によるアーティファクトを見積もり，燃料中の硫黄分が 0.04% 以下の時には分析結果に大きな影響を与えないことを明らかにした．また，気相中と PM 中の PAH 分配の変化によるアーティファクト量を把握するため気相中と PM 中の PAH を同時に捕集する PAH 全量捕集装置を考案・試作し，捕集実験を行った．その結果，B(a)P を含む五環以上の PAH は PM 中に存在し，フィルターのみで捕集できることが判明した．(堀・阪本)

(3) FT-IR 方式排気ガス分析計を自動車排気中の亜酸化窒素等含窒素化合物の分析に適用した結果，NO, N₂O, NO₂, NH₃ 等の含窒素化合物の分析に適することが判明し，N₂O の三元触媒での生成は NO 浄化の副反応によることも判明した．

排出ガス性能低下要因の事象分析によるサーベイランスの適正化要件に関する調査研究

野田 明

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 16 年 3 月

1. 目 的

平成 11 年 6 月の運技審答申において，使用過程における排出ガス性能維持監視方策としての抜取試験（サーベイランス）導入の検討が打ち出された．こうした制度の導入によって国が車両の排出関連欠陥の有無を認定する場合には，その前提として排出ガス悪化と排気対策システムの欠陥との因果関係が説明できること，限られた台数での抜取り試験の有効性が実証できるものでなければな

らない．本研究では，排出ガス性能低下要因を分析し体系化することにより，適正なサーベイランスのあり方を検討する際の基礎資料を求める．そのため，触媒装置の劣化やエンジン制御機能の異常，誤作動等とその影響度を種々の方式の排出ガス対策システムに関して実験・解析的に検討する．

2．試験研究概要

平成 12 年度～14 年度は，種々の方式の排出ガス対策装置に関して，触媒の劣化やエンジン制御系の不良など，排出ガス性能低下の要因となる現象や排出ガス特性に与える影響度などを実験・解析して因果関係を調べ，性能低下の事象とその傾向についての技術的知見を得る．平成 13 年度には，さらにサーベイランスの車種，車両選定要件等に関して技術調査も行う．平成 14～15 年度では，それらの結果をもとにして，適正なサーベイランスのあり方を技術的な面から検討する．

3．成果概要

○排出ガス悪化要因とその影響度に関する調査分析

ガソリン車の排出ガス対策システムに関連した部品（各種センサ，信号線，触媒装置など）の故障，劣化状態を人為的に与えて，排出ガスの悪化状態を調べる実験調査を行い，各種の不具合が排出ガスに与える影響度やそのメカニズムを解析した．

○サーベイランスの適正化要件に関する技術検討

諸外国のサーベイランス制度に関する調査を主に進め，サーベイランスの調査対象として試験を行うのに適切な車両の条件や，部品欠陥の有無を判断する上では調査対象から除外した方が良い車両の条件など車両の選定要件などを調べた．

自動車用 NO_x 触媒の実走行時における浄化性能の解析

山本 敏朗

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 17 年 3 月

1．目 的

燃費性能にすぐれた希薄燃焼エンジンは，自動車の CO₂ 排出低減に役立つ地球温暖化対策として注目されている．しかし希薄燃焼では従来の三元触媒による NO_x 低減ができないため，希薄燃焼下でも機能する NO_x 触媒の実用化が進められている．ただし，同触媒には，NO_x 浄化反応が活性化する温度範囲が比較的狭いこと，触媒被毒の影響を受

けやすいこと等の問題点が存在する．本研究では，実用運転条件下での排出ガス浄化性能を明らかにするとともに，こうした広範な使用条件下でより効果的に NO_x 触媒を働かせる技術要件を探る．

2．試験研究概要

希薄燃焼ガソリンエンジン用の NO_x 選択還元触媒や NO_x 吸蔵還元触媒等を，排出ガスの組成や流量等が一定の反応条件である静的反応雰囲気で使用した場合の NO_x 浄化特性を調査し，NO_x 浄化の基本メカニズムを解析する．次に，都市内走行，渋滞時走行あるいは高速道路走行などの走行状態に合わせて排出ガスの組成や流量等の触媒反応条件を変動させて実験を行い，各走行状態での NO_x 浄化特性を調査し，実用反応雰囲気での NO_x 浄化メカニズムを解析する．さらにこれらの浄化メカニズムの解析結果を基に，NO_x 触媒の実用性能の改善策について研究する．

3．成果概要

○NO_x 浄化の基本反応メカニズムの解析

供試 NO_x 選択還元触媒（Co-Al₂O₃）に単一成分燃料の DME 排気を導入する実験を行い，NO_x 選択還元反応に必要な反応条件について検討した．その結果，DME 排気中の水分（約 10%）を除去しないと，NO_x 選択還元反応が生じないことがわかった．このことから，NO_x 選択還元触媒を実機関に適用する場合の解決すべき重要な要件として，排気中の水分による反応阻害の問題があることがわかった．

○実用反応雰囲気における NO_x 浄化メカニズムの解析

NO_x 吸蔵還元触媒に実排ガスを導入したときの NO_x 浄化メカニズムを探るため，筒内噴射型ガソリンエンジン搭載の試験車両をシャシダイナモメータに取り付けて，各種のモード試験を行った．その結果，NO_x 吸蔵材の再生と NO_x 還元のために必要であることから発生させる空燃比リッチスパイクの期間に，CO，HC 及び NO_x の排出濃度がスパイク状に増加していることがわかった．これは，触媒貴金属上で，NO_x 吸蔵材から脱離した NO_x と燃料増量により導入された HC 等によって生じる酸化還元反応の反応効率が低いことに原因があると考えられ，浄化性能の向上のためにはこの反応効率を改善する必要のあることがわかった．

計算法的手法を用いた自動車排出ガス成分の反応に関する研究

阪本 高志

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 17 年 3 月

1. 目 的

近年、ベンゼン、ホルムアルデヒド、ベンゾ(a)ピレンや含窒素化合物などは、発癌性など健康への悪影響が確認され、環境省も優先取り組み物質として指定している。またこれらは自動車排気にも含まれることから、これらの生成および浄化メカニズムを把握することは、排出防止の対策を講じる上でも極めて重要である。そこで、分子軌道法や分子動力学法等の計算化学的方法を用いて、これらの反応メカニズムの検討を行い、あわせて分子の性質推定手法についても検討を行う。

2. 試験研究概要

触媒に用いる金属へのベンゼン、シクロヘキサン、DME 等の吸着状態を分子動力学的手法により推定し、反応性に関する知見を得るとともに、分析に関するアーティファクト等の反応に関与する部位の電子状態を分子軌道法を用いて計算を行い視覚化する。また、実際の反応経路についての計算を行い、実験との比較を行う。さらに、有害物質や燃料の性質を理論的に導き出す手法について検討を行うとともに、それら物質の物性や反応性について実験値との比較を行う。

3. 成果概要

○排気系・捕集系におけるベンゼン等有害物質分子の吸着・生成等の反応に関する研究（阪本高志）

計算ソフト Gaussian98 用の GUI GaussView を導入し入力省力化をはかった。またメインメモリーを 1GB に内蔵ハードディスクを 36GB とするなど計算環境のハードウェアを増強し、計算処理の高速化をはかった。その結果、DME に対する構造最適化計算には従来処理では 2 時間半を要していたが 30 分に短縮できた。DME の Pt(111)面での吸着状態の解析から、触媒の反応開始温度近傍でのメタン生成に関するメカニズムが解明できた。

自動車タイヤ走行騒音の台上測定・評価法及びその低減手法に関する研究

田中 丈晴

坂本 行，坂本 一朗

緒方 正剛

研究開始時期 平成 11 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

惰行法による以外、走行時のタイヤ騒音を評価方法が明確でないため、実走行条件下においても

有効な騒音低減手法が明らかでない。本研究では、実走行条件を考慮したタイヤ騒音の測定評価手法を明確化するとともに、タイヤ駆動力が作用する場合のタイヤ騒音の発生メカニズムを解明し、これらの結果から、走行時におけるタイヤ騒音の低減手法を明らかにする。

2. 試験研究概要

近接測定法を用い、試験路及び台上において、惰行及び加速条件でタイヤ単体及び実車装着時のタイヤ騒音特性を把握する。これらと比較し、試験路及び台上という測定方法の違いによる問題点、並びに、車体がタイヤ騒音特性に及ぼす影響を明らかにする。これらにより、実走行条件を考慮したタイヤ騒音の測定評価手法を明確化する。

電気自動車を用い、タイヤ駆動力が作用する場合のタイヤ騒音と局所的なタイヤ振動等を把握し、タイヤ駆動力が作用する場合の騒音増加に至るメカニズムを解明し、走行時に有効なタイヤ騒音の低減手法を明らかにする。

3. 成果概要

○タイヤ騒音の測定評価手法の研究（田中丈晴）

台上試験装置の従来のローラパッドを硬質ウレタン製の路面模擬パッドに変更し、回転時の継ぎ目音や速度上限等を改善した。CPX 法（近接測定法）と音響インテンシティ法により台上測定と試験路測定との対応性を調べた結果、CPX 法の場合、タイヤ種類により差があるが、両者は、概ね対応づけられることが認められた。しかし、音響インテンシティ法では、1kHz 以上の帯域で、台上測定値が試験路測定値を一樣に上回る傾向が認められた。

駆動力作用条件下におけるタイヤ騒音発生機構の研究（坂本 行）

タイヤ溝が同じで、材料等を変更することにより、タイヤ路面間のスリップ特性のみを変化させた試験タイヤを、RV 型電気自動車の駆動輪に装着し、加速騒音試験を試験路で実施し、スリップ量と発生騒音との関係を移動音源に対する音響ホログラフィ法により解析した。その結果、タイヤ路面間のスリップが大きいタイヤほど、加速時タイヤ騒音が増加する傾向が認められた。

実走行時にタイヤから発生する騒音の評価試験方法に関する調査

田中 丈晴

坂本 行，坂本 一朗

緒方 正剛

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

自動車交通騒音は、環境基準の達成が依然低く自動車単体騒音の一層の低減が求められている。これまでの規制強化によって、エンジン・排気系等の騒音対策は進展した。一方、タイヤ騒音の寄与が相対的に増加しており、その対策が強く求められている。

本研究では、既存の我が国の自動車騒音試験方法等でタイヤ騒音をどの程度評価しうるかについて調査・分析すると共に、実走行におけるタイヤ騒音の有効な評価試験方法を考察し、自動車審査における試験方法の改善に資することを目的とする。

2. 試験研究概要

平成 12～13 年度に、乗用車等を対象に、タイヤ騒音分離測定手法を検討するため、各種の方法について比較し、タイヤ騒音の有効な分離測定方法を考察する。平成 12～14 年度に、車種及びタイヤ種類別に、定常・加速走行時のタイヤ騒音の寄与率を、実車情行法とその他の方法を用いて調査する。また、平成 13～14 年度に、車体形状・ホイールベース等の車体要件が、タイヤ騒音測定に及ぼす影響について車種別に調査を行う。平成 14 年度に、これらの結果についてとりまとめる。

3. 成果概要

○タイヤ走行騒音の分離測定手法の比較検討（田中 文晴）

タイヤ騒音の分離測定手法をスリックタイヤ法、カーペット法を用いて考察した。電気自動車による実測値と比較したところ、スリックタイヤ法は、最大 1.5dBA 程度、カーペット法では、概ね 1.0dBA 程度の測定誤差が許容される必要があることが明らかとなった。

○定常・加速走行におけるタイヤ走行騒音寄与率の調査（坂本 行）

6 種類のタイヤを対象に、定常・加速時のタイヤ騒音の寄与率を、スリックタイヤ法、カーペット法、実車情行法を用いて調査した。定常走行では、各方法とも、寄与率が、ほぼ 100% 近い結果を得たが、情行法では、100% を越える場合もあった。また、加速走行では、情行法から算出される寄与率は、いずれも、他の 2 つの方法による結果より低く評価されることが明らかとなった。

○タイヤ騒音測定における車体影響の調査（坂本 一朗）

車体形状等の車体要件がタイヤ騒音測定に及ぼす影響について車種別に調査を行った。試験路において、タイヤ騒音測定用トレーラに試験タイヤを装着した場合及び R V 型電気自動車に装着した場合のタイヤ騒音の音響インテンシティを解析した。

ISO 路面の経時変化等に関する研究

坂本 行

田中 文晴，坂本 一朗

緒方 正剛

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

国際的に一般に存在し、音響的に高い反射率を有し、タイヤ/路面騒音を最小にすること等を目的として開発された自動車の加速騒音試験(ISO 362)用の ISO 路面(ISO 10844)が約 10 年前規格化され、我が国等の騒音試験審査に使用されているところであるが、劣化性能等経年変化については、未解明な部分が多く、更に、耐久性及び路面性状の経年変化が走行騒音に及ぼす影響についても未だ解明されていないため、当該路面等の性状の経時変化等及びそれらが走行騒音に及ぼす影響について把握・検討する。

2. 試験研究概要

1993 年 ISO において、自動車の加速試験用路面に関する規定(ISO 10844)が定められた。一方、現在においても各国より当該規格内容に関して種々の改訂要望が出されており、議論されているところであるが、当研究所の自動車試験場にも、ISO 路面が二カ所あり、その経時変化について調査し、上記 ISO の調査に積極的にデータを提供し、今後の ISO10844 の改善に資することが望ましい。従って、当該 ISO 路面の、耐久性、路面性状の経年変化を調査し、当該経年変化が自動車の走行騒音に及ぼす影響等について把握・検討する。

3. 成果概要

○ISO 路面の経時変化等が走行騒音に及ぼす影響に関する研究

(1)垂直入射吸音率については、今回 B 路面を測定している際に突発的な機器の不具合が発生し、A 路面については測定出来なかった。B 路面の結果を見る限り、経時的な大きな変化は見られなかった。

(2) TD 値については、A、B 路面共に、経時変化を合わせて見ても、若干の変動はあるが、特段の変化は見られない。施工時から現在に至るまで A 路面に比べ B 路面の方が TD 値は僅かに小さな値を示している。

(3) ランダム入射吸音率では、4kHz 以下の範囲で概ね A、B 路面共に吸音率は 10% 以下であるが、この帯域で両者の差は僅かに認められるが、走行騒音への影響は小さいと考えられる。

(4) 路面凸凹プロファイルについては、A、B 路面共特段の変化は見られない。今後、ISO で議論されている MPD なる指標を使った調査も行うべきだと考えている。

(5) 走行騒音については、試験車両が少ないため、全般的な傾向と見なすことは出来ないが、今回、TRIAS 加速、定常及び惰行走行共にそれぞれ三回測定の実値で、B 路面での測定結果が A 路面でのものに比べ若干低く得られている。

移動音源探索のための最適マイク配列に関する研究

田中 丈晴
坂本 行、坂本 一朗
緒方 正剛

研究開始時期 平成 10 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目的

移動音源に対する音響ホログラフィ測定に使用するマイク数を低減するとともに 2 次元マイク配列の最適化を検討する。マイク配列の簡素化をねらいとしたシミュレーションにより検討を行うとともにモデル音源並びに実音源を用いた実験により、より実用性の高い測定解析手法として確立を図ることを目的とする。

2. 試験研究概要

平成 10 及び 11 年度は、2 次元マイク配列を用いたシミュレーション手法について検討を行い、シミュレーションプログラムを製作した。

平成 12 年度は、シミュレーション実験手法を用いて、マイクロホン数やマイク配列を音源移動方向及び移動方向に変更した場合について、音源再生上の問題を検討した。

平成 13 及び 14 年度において、2 次元マイク配列の最適化を試み、モデル音源や実音源を対象とした移動音源の探索に関する実験を行い、本測定法の有効性について考察する。

3. 成果概要

○マイク配列の最適化の有効性の検討

2 次元マイク配列を用いた場合の移動音源の計測音圧をシミュレーションにより模擬する方法を検討し、これにより、音源が帯域性雑音である場合のマイク配列方法やタイヤ路面騒音の解析の場合レベルに影響を及ぼすことが認められた。しかし、複数の再生結果を定量的に比較する場合、音源再生位置が反射面からの高さにおいて、概ね、同一であるならば、定量的な比較が可能であることなどの知見を得た。

管内を伝播する圧力波によって発生する騒音の低減に関する基礎的研究

坂本一朗
田中丈晴、坂本 行
緒方正剛

研究開始時期 平成 10 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目的

自動車のエンジンから排出された排気流が衝撃波に移行し、排気管から放出されるときに高周波の騒音を発生する現象や、高速列車がトンネルに突入したときにトンネル出口から衝撃音が発生する現象のように、管内を伝播する圧力波によって発生する騒音の低減が課題となっている。この現象に関する研究は多数行われているが、その低減手法については十分に解明されていない。本研究では、圧力波を管内で効果的に減衰させることによって騒音を低減させる手法を明らかにすることを目的とする。

2. 試験研究概要

前年度までに、自動車の排気管内を伝播する圧力波に類似した波形、及び、高速鉄道が通過するトンネル内に発生する圧力波に類似した波形を発生させることができる実験装置を製作した。これまでの研究から、騒音の大きさは圧力波の強さ及び圧力の勾配に関連し、圧力が大きいほど、また、波面の圧力勾配が大きいほど騒音が大きいことが明らかにされている。そこで、それらの実験装置を用いて、圧力波によって発生する騒音を低減するために、管内で圧力波の強さや圧力勾配を効果的に低減する手法を検討する。

3. 成果概要

○圧力波によって発生する騒音の低減手法の検討（坂本一朗）

前年度は、自動車の排気管内を伝播する圧力波を対象として、衝撃波管の高圧室に反射板を設置

して、隔膜を破膜させたときに発生する後退膨張波を反射板で反射させて、先頭衝撃波に追いつかせることによって生じるブラスト波の低減手法を検討した。

今年度は、高速列車が通過するトンネル内に発生する圧力波を対象とした。この場合は、圧力の立ち上がりが比較的緩やかであるため、衝撃波管内の隔膜近傍とやや離れた位置に質量の異なる二つのピストンを配置し、隔膜を破膜させることによって発生した衝撃波でピストンを駆動させることによって圧力波を発生させた。

この圧力波の圧力や波面の圧力勾配を管内で低減させるために、現実に対策が可能な手法として、管壁に吸音材及びゴムシート製の多孔質材を設置する手法を試みた。吸音材には厚さ 5mm で物性値の異なる 3 種類を用いた。多孔質材には、厚さ 5mm、空隙率が 25% で、ゴムシートにあげられた穴径が 5mm、10mm 及び 15mm の 3 種類、及び穴径が 10mm で空隙率が 10% と 43% の 2 種類の計 5 種類を用いた。圧力波の初期圧力比は、圧力勾配が急峻な場合は 1.30 ~ 1.45 まで 0.05 間隔で、圧力勾配が緩やかな場合は 1.35 ~ 1.50 まで 0.05 間隔とした。これらの圧力波が多孔質材等を装着された管内を伝播するときの圧力減衰等を圧力測定によって調べた。その結果、以下の結論を得た。吸音材は、圧力勾配の急峻な圧力波には圧力減衰及び圧力勾配の減衰に効果が認められたが、圧力勾配の緩やかな圧力波に対してはほとんど効果がなかった。多孔質材は、圧力減衰及び圧力勾配の減衰のどちらにも効果が認められた。圧力減衰に対しては、穴径が大きいほど圧効果が大きかったが、圧力勾配に対しては穴径の違いによる差はほとんど生じなかった。また、今回使用した多孔質材の中で、空隙率 25%、穴径 10mm の場合において最も良い減衰効果が得られた。従って、今回使用した衝撃波管の形状の場合、この値付近に圧力波の減衰に対して最適な条件が存在すると考えられる。

在来鉄道の騒音予測評価手法の精度向上に関する研究

緒方 正剛

研究開始時期 平成 9 年 4 月

研究終了時期 平成 13 年 3 月

1. 目 的

当研究所は、平成 8 年度に環境庁及び(財)鉄道総合技術研究所と連名で新しい在来鉄道騒音の予測評価手法を提案した。この新予測手法は、速度依

存性が異なる各音源のパワーレベルを個別に求めることで、いずれの電車や軌道にも適用範囲を広げたものである。しかし、この新予測手法で求めた予測値は、殆どの条件では良好な結果を確認しているものの、一部の条件では予測精度が低くなることが判明してきた。

そこで、新予測手法で求めた予測値と実測値を比較し、各音源別に予測精度に及ぼす影響要因について検討し、予測評価手法の精度の向上を図ることを目的とする。

2. 試験研究概要

車両と障壁間の空間をモデル化し、音場のシミュレーションを行い、多重反射の影響を定量化する。

音源が高速で移動する場合の防音壁の遮音性能について、シミュレーションによる方法や模型実験を行うことで、音源の移動速度が音速に近づいた場合のドップラー効果の影響や音源の指向性などについての基礎的な検討を行う。

3. 成果概要

○ 多重反射を考慮した騒音予測手法に関する研究

鉄道の高架構造における騒音対策用防音壁の形状の違いや吸音材の有無などで鉄道騒音の放射特性の変化を数値的に求めることにより、鉄道騒音低減のための効果的な騒音対策案の検討を目的として、Duhamel らによって提案された積分変換を用いた 3 次元境界要素法によりシミュレーションを行った。その結果は、以下にまとめられる。

(1) 防音壁の表面に吸音材を貼付した条件とない条件を比較すると吸音率の高い周波数帯域では、吸音材による大きな低減量が認められた。

(2) 125Hz 以下の帯域では、音 は防音壁の頂部から同心円状に広がる様子が伺える。この帯域は、車体と防音壁の間隔が 1m であり、この空間を抜けるにあたり、125Hz の 1/2 波長(1.36m)より狭いため、この帯域以下では、頂部から等分布に広がるものである。

(3) 車体と防音壁との間隔が狭い場合は、吸音材による騒音の低減量が大きい。

(4) 車体と防音壁で囲まれた空間のエネルギーは、吸音材により低減されることが分かる。

(5) 吸音材による低減量は、車体と防音壁の間隔が狭いと大きいことが分かった。

このシミュレーションの結果と模型実験の結果を比較することにより、車体と防音壁の間で発生する多重反射の影響について考察する。

1) 3 次元の境界要素法解析により鉄道騒音放射特

性の空間的性質を算出した結果と高架構造の縮尺模型実験における結果を比較すると、車体と防音壁の間隔がどの条件においても概ね良好に一致しており、3次元の境界要素法を用いたシミュレーションは有用な手法であることを示した。

2) 車体と防音壁で囲まれた空間の音場のシミュレーション結果から、騒音の放射特性は、防音壁の頂部から車体に向けて防音壁面の複素音響インピーダンスに応じた傾きを持つ直線上に点音源を配置した場合の音の振る舞いを求めることにより、騒音を予測する際に多重反射の影響を加味した音源を仮定して求める手法を検討した。この音源は、鉄道における実物の音源の周波数構成や音圧などを反映させて自由に設定することが可能である。従って、このシミュレーションを用いることにより、多重反射の影響による騒音放射指向性及び音圧の変動を考慮した検討が可能となるものと考えられる。

○高速移動騒音源に対する基礎的研究

高速移動音源に対する防音壁の遮音性能に関する基礎的研究を行うに際して、実験による検討として、(財)鉄道総合技術研究所が所有するトンネル微気圧波低減対策列車トンネル模型実験装置を用いて、音源を高速で移動させ、防音壁の有無の条件による影響の検討を行うことにした。音源は、車両を模擬した弾の先頭部分に周方向に溝(幅5mm×深さ5mmのキャビティ)を彫り込み、弾が高速で移動する際にキャビティ部から空力的に発生する音を音源とした。空気の流れ場において発生する音源の基礎的な特性を把握するために、(財)鉄道総合技術研究所の低騒音風洞を用いて、風速(音源の移動速度に相当)を150~300km/h(25km/hステップ)にした場合の周波数、音圧、軸方向放射指向性、周方向放射指向性について計測を行った。

また、移動音源のドップラー効果などの現象を計測する際には、固定された受音点の前を音源が通過し、その通過前後における変動について検討することになるため、マイクロホンの軸方向の回転角度に対する感度を把握する必要がある。音源の周波数は、9kHz(150km/h)~20kHz(300km/h)の高周波帯域である。そこで高周波用マイクロホンの軸方向に対する回転角度に応じた感度及び軸回りの回転による感度の影響を把握するために、音源にTSP信号を用いたインパルス・レスポンスの計測を行い、上記音源の移動速度に応じた周波数に対するマイクロホンの感度特性に関する資料

を得た。

トンネル微気圧波低減対策列車トンネル模型実験装置を用いて上記の音源を移動し、防音壁が無い条件と防音壁を設置した条件についての実験を行った。音を計測する点は、音源から防音壁の頂部に向かい、回折角度が0, 30, 45, 60, 90度になる各測定点及び防音壁の影響を受けない基準点として2カ所(防音壁直上、音源水平位置)を選定した。音源の移動速度は、弾の頭部に磁石を埋め込み、リード線で囲う空間を通過する際に電磁誘導パルスが発生させることにより、打ち出し直後及び制動直前の速度について測定した。同時にこのパルスは音源の位置の算出に用いた。風洞を用いた実験の結果から、キャビティから発生する空力音は、軸の回転方向に対して3~4dBのディップがあることから、音源が計測点を通過する際の回転状態を把握するため、回転が90度ごとに判別するためのマークを付け、超高速ビデオ(500コマ/秒)で撮影することにより回転状態を観察した。

(1) 打ち出し目標速度250km/hの条件の測定結果は、計測点の通過速度249.8km/h、打ち出し直後の周波数18.7kHz、計測点通過時の周波数15.1kHz、制動前の周波数12.6kHzであり、ドップラーの変調周波数を計算により求めた結果と一致する。

(2) 計測点通過後から制動までの区間での音圧は、打ち出し直後から計測点までの音圧よりも高くなる傾向が見られた。これは、音源がキャビティ部で発生する空力音であるため、速度が増加するに従いキャビティ部で発生する空気の渦が後方に移動する現象が起きることになり、音源の指向性が後方に向いたものと考えられる。

(3) 音源が計測点を通過する際の弾の回転について超高速ビデオカメラの画像を解析した結果、弾が計測点を通過する際には全く回転せずに、発射装置に装填されたままの状態で制動開始位置まで到達していることが分かった。

(4) 防音壁を設置した条件において回折角度が大きい位置では、回折により音のポテンシャルが減衰し、解析に必要なS/Nを確保することができなかった。これは、音源の音圧が不足しているためと考えられる。

以上の結果から、超高速移動音源の防音壁の遮音性能に関して、本実験手法を用いることで、検討が可能であると考えられる。しかし今回のように、音源にキャビティから発生する空力的な音を用いると音源の移動速度に応じた後方への放射指向性

を持つことから、この音源を用いて防音壁の遮音量の検討を行うのは困難であることが分かった。従って、音源が停止した状態において音源から放射される音が均等に広がる特性を持つ音源であり、なおかつ防音壁により遮音された状態でも十分なS/Nが確保できる音源を用いた実験を行う必要があると考える。

1.2.2 地球環境の保全

低燃費型新形式バスの導入による運輸部門の環境負荷低減に関する研究

林田 守正
成澤 和幸

研究開始時期 平成 12 年 4 月
研究終了時期 継続中

1. 目 的

平成 9 年に採択された COP3 京都議定書において我が国の二酸化炭素等の温室効果ガス排出量を平成 2 年のレベルより 6%削減するとの数値目標が定められ、対策が急務となっている。我が国では二酸化炭素排出量の 10%以上を自家用乗用車が占め増加率も高いため、自家用乗用車からの二酸化炭素抑制が非常に重要であり、特に都市部では公共交通機関への転換が望まれる。そこで路線バス輸送を質的に向上させ乗用車からの輸送転換を図って、運行形態が限定されているバスに最適でエネルギー効率の高い新方式動力システムの技術評価を行い、その導入による二酸化炭素排出抑止効果を明らかにする。

2. 試験研究概要

平成 12 年度はデュアルモード動力システム（外部電源と車載発電機の選択給電によるモータ駆動）に応用可能な国内外の要素技術開発状況を調査し、バス用動力システムの基本設計を行った。一方、路線バスの運転条件を調査し要求動力性能とエネルギー回生の可能性を求めた。平成 13 年度は、個別要素技術の性能を評価し定量化するとともに、バスの使用条件を抽出し、エネルギー効率評価プログラムを作成した。そしてデュアルモード動力システムを応用したバスのエネルギー効率を評価し、従来車の 2 倍の効率達成する技術の見通しを得た。平成 14 年度は都市域での新形式バスの導入地区、導入形態を数値モデル化し、乗用車から転換する旅客輸送量を推定する。その結果からモデル地区における二酸化炭素や有害排出ガスの抑制

量を推計し、この新形式バスを導入可能な地域全体で用いた場合の二酸化炭素排出低減効果を予測する。

3. 成果概要

○デュアルモード動力システムの基本設計に関する研究（林田守正）

(1) デュアルモード動力システムのベースとなるシリーズハイブリッド方式のバス車両を単体台上運転装置上に模擬的に設定し、加減速運転により要求電力量と回生電力量を把握した。その結果、要求電力量の 15～35%程度が制動時に回収可能であること等が明らかになった。

(2) 新技術の蓄エネルギーデバイスであるニッケル水素電池とスーパーキャパシタについて実走行に即した使用条件下でのエネルギー効率を評価し、従来の鉛電池を大幅に上回る 90%前後という値を得た。

(3) 充放電試験装置に電池等を組み合わせて模擬的なシリーズハイブリッドシステムを構成し、ショートトリップ内における構成要素の電力出入を観察して電力回生等のエネルギー効率向上についての手掛かりを得た。

○新形式バスのエネルギー効率評価に関する研究（成澤和幸）

(1) デュアルモード動力システムの各構成要素およびシステム全体をモデル化したうえで、車両諸元や乗車員等の使用条件を設定し、市街地で外部電源、郊外で車載発電機を使用する実走行での燃費を予測する計算アルゴリズムを構築した。

(2) 上記で検討したフローチャートに従って郊外でのハイブリッド自立走行時の燃費予測計算プログラムを編集し、車両電力出入データを入力して、充放電損失を加味したエネルギー消費量を試算した。その結果、駆動モータや発電機の高効率化を図った上で高性能・低損失の蓄エネルギー機器を採用することにより、従来のディーゼルバスと比較して 2 倍のエネルギー効率を実現できる見通しを得た。

燃料電池動力システム構成の最適化に関する研究

成澤 和幸
林田 守正

研究開始時期 平成 12 年 8 月
研究終了時期 平成 16 年 3 月

1. 目 的

低環境負荷の観点から燃料電池自動車将来有望とされているが、その導入が真に環境改善に有

効であるかどうかについては未だに明確にされていない。そこで本研究では燃料電池自動車について、より一層の性能向上を図り、総合エネルギー効率を向上させる動力システムの構成を求める。また燃料電池の特性を最大限に生かし、低環境負荷を実現するための自動車交通における導入分野を明らかにする。

2. 試験研究概要

実車搭載時には燃料電池を積層させて大電力を取り出す必要があるため、この積層スタックの効率を向上させる必要がある。そこで積層スタックに起因する問題点等実用時に生じる問題について調査する。また、燃料電池単体試験装置を用いて、燃料ガス中に存在する種々の微量夾雑物が、燃料電池発電性能に与える影響を明らかにするとともに、各種微量夾雑物の影響を推計するための一般式を求める。さらにハイブリッド方式燃料電池自動車の実走行時におけるエネルギーフローを解析して、実用時エネルギー消費量を推定する。

3. 成果概要

○実車搭載用燃料電池の性能向上に関する研究（林田守正）

積層スタックに起因する問題点や実使用に生じる問題について文献調査等を行い、以下の結論が得られた。

(1) 冷却水温度が低下した場合、燃料電池の発電性能は低下するが、スタックでは、単セル個々の発電状態が特に大きく異なることが明らかになった。したがって燃料電池自動車の冷間始動時においては、燃料電池全体の効率が大きく低下する可能性がある。

(2) 実用状態においては、発電のため空気を使用するため、空気中に含まれる塩化ナトリウム等の微量物質が燃料電池の酸素極側に混入する危険性があるためその影響について検討した。

(3) インフラが整備されているため燃料供給が容易なガソリン改質型の燃料電池システムについて調査した。その結果燃料中の硫黄が硫化水素や二酸化硫黄となって不可逆的な被毒をおこす可能性があることがわかった。

○燃料電池における被毒特性の定量化に関する研究（成澤和幸）

燃料電池単体試験装置を用いて、燃料電池単セルに各種の混合ガス燃料を供給する実験を行い、燃料電池における被毒特性を解析した結果、以下の結論が得られた。

(1) 昨年度までにメタノール改質により水素燃料

を得る場合の不純物を明らかにした。その結果から、メタン、ホルムアルデヒド、蟻酸等が与える被毒の効果を実験により求め、物質ごとの被毒効果を表す、被毒係数の概念を提案した。

(2) CO の被毒効果を 1 とした場合、ホルムアルデヒドのそれは CO の 0.1 倍、蟻酸のそれは 0.004 倍であることがわかった。

(3) 燃料電池の白金触媒にルテニウムを添加することにより大幅に CO 被毒を低減することができる。この効果を定量的に表現する手法を定めた結果、ルテニウム添加の場合 CO 被毒が 1/70 に低減されることがわかった。

(4) ルテニウム添加の燃料電池では、ホルムアルデヒド、蟻酸による被毒は改善されず、むしろ悪化する傾向にあることがわかった。

○燃料電池自動車の実用時エネルギー消費量の計算法に関する研究（成澤和幸）

ハイブリッド方式燃料電池自動車が 10 モードを走行した場合を想定して、エネルギーフローを解析した。また各種燃料を用いた場合のエネルギー効率について考察した。

(1) 実用運転時において燃料電池、蓄電池、モーター間のエネルギーフローを解析できるシミュレーションプログラムを作成した。

(2) ハイブリッド方式を採用した場合、燃料電池の容量を大きくすると効率の高い部分を使用できるが車両重量の増加を招き、車両全体での効率は大きく向上しないことがわかった。

(3) 都市内走行を想定した場合、燃料電池自動車の総合効率は既存のガソリン車を上回る可能性があるもの、ハイブリッド自動車の効率を大幅に上回することは困難と思われる。

次世代低公害大型自動車の研究開発

小高 松男

成澤 和幸、野田 明

後藤 雄一、田中 丈晴

林田 守正、水間 毅

緒方 正剛、佐藤 由雄

石井 素、大野 寛之

坂本 一朗、鈴木 央一

江坂 行弘

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目的

自動車による大気汚染問題を抜本的に解決するためには、既存の大型ディーゼル車に代替しうる、

次世代型の大型低公害車の技術開発と普及促進をはかることが必要と考えられている。平成 13 年 7 月に発表された低公害車普及アクションプランにおいて、「大型車分野について、排出ガスがゼロまたはゼロに近く、また超低燃費の次世代低公害車の技術開発の促進が急務であり、産学官の適切な連携をとりつつ次世代低公害車の技術開発を、早急に進める」こととされ、国の施策としてこれを推進することとなった。本研究では、次世代大型低公害車の開発に必要な技術的課題について研究開発を進める。

2. 試験研究概要

平成 13 年度では、大型低公害車に採用可能なエンジン技術、代替燃料技術について要素技術のレビューを行うとともに、必要不可欠な技術であるハイブリッドシステムの制御系について、現状の技術レベルを評価し、高効率化を達成するための手法を研究する。

平成 14 年度は、大型低公害車の実現可能な開発目標値と車両コンセプトを明らかにし、大量導入による環境改善効果を予測する。

平成 15 年度以降は車両コンセプトに基づく要素技術の最適化方策、試作車両評価技術等について研究を進める。

3. 成果概要

○低公害車の要素技術に関する調査（成澤和幸）

大型低公害車に採用可能なエンジン技術、代替燃料技術について要素技術のレビューを行い、大型ディーゼル車に代替しうる次世代形低公害車のコンセプトを、各車種ごとに取りまとめた。本結果は、平成 14 年度より開始される国土交通省の大型プロジェクト「次世代低公害車開発促進事業」に活用されることとなった。

○ハイブリッド制御システムの性能に関する研究（水間 毅）

次世代の大型低公害車に必要な不可欠な技術と考えられるハイブリッドシステムの制御系について、高効率化を達成するための手法を求めた。シリーズハイブリッド方式では、エンジンを排気ガス、効率最良点でのワンポイント運転に限定することにより、大幅な低公害化の可能性を見いだした。パラレル方式では、電動走行比率を拡大する制御手法について理論的検討を行った。

自動車の N_2O の排出総量推計とその低減手法の中核技術の汎用化と普及に関する研究

小池 章介

鈴木 央一

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目的

地球温暖化防止から、自動車が放出している温室効果ガス N_2O にも排出低減が求められている。しかし、人為的な N_2O 排出源のなかで、自動車の寄与率は未だ不明確であり、 N_2O の削減計画を立てる上で障害となっている。本研究は、現在の自動車 N_2O 排出総量が不確実性を招く諸要因を明らかにし、地球全体の自動車から放出される N_2O 排出総量を正確に推計する手法を明確にするとともに、自動車の N_2O 削減対策を検討する。

2. 試験研究概要

外気温度の大幅に異なる主要都市で走行実験を行い、走行形態および外気温度が N_2O 排出量に及ぼす影響を明らかにし、主要都市における N_2O 年間排出総量を総和から自動車年間 N_2O 排出総量の推計精度向上を図る。また N_2O 低減触媒に必要な触媒組成の要因を抽出し、触媒の構造変更による N_2O 排出低減の可能性を明らかにする。

3. 成果概要

○走行時の触媒温度頻度分布の把握に関する研究（小池章介）

厳冬期の東北地方主要都市、および夏季、高温条件下での九州、阪神主要都市で走行実験を行い走行形態と触媒温度分布を収集した。解析の結果、触媒温度は外気温度の影響を受け、低温時には大幅に N_2O 排出量が増大し、逆に高温時にはエアコンの使用による N_2O 排出増大する現象の存在が明らかとなった。また冷始動時の N_2O 排出は完全な冷始動条件より触媒温度の高い再始動時に多く、車両の使用形態が N_2O 排出量に大きく影響することなどが判明した。

○地球規模における自動車からの N_2O 排出総量の推計に関する研究（鈴木央一）

地球規模での自動車 N_2O 総排出量推計には、実験で得られた外気温度と N_2O 排出量の関係式と主要都市の走行形態解析、年間外気温度が必要である。今年度は各都市の車両保有台数、触媒装着率、年間走行距離、気象等の資料調査と走行形態の解析を行った。

○ N_2O 低減触媒の試作とその低減効果に関する研究（小池章介）

N_2O 排出低減策として、三元触媒車の空燃比設定を希薄側に変更した場合の N_2O 排出特性と、他の排出ガスに及ぼす影響を検討した。実験は、同

ーモード走行で、同一車両の空燃比設定を変えて N₂O 排出ガス量を比較した。その結果、触媒入り口の酸素濃度条件による N₂O 排出低減に最適の領域が存在し、空燃比の精密制御による N₂O 排出低減技術の可能性を明らかにした。

1.2.3 エネルギー資源の節約及び多様化

自動車燃料消費への影響要因分析に基づく消費抑制施策の効果予測法に関する研究

野田 明

佐藤 由雄, 佐藤 辰二

研究開始時期 平成 12 年 8 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目的

運輸部門で排出される CO₂ を抑制するために自動車の燃料総消費を抑制する必要がある。国や自治体は省エネルギー施策を総合的に推進する必要がある。しかし自動車燃費への影響要因は複雑・多岐に渡るため、各種施策を実施した時の効果を具体的に見積もる方法がない。そこで本研究では、実走行時の燃料消費量に対する各種影響因子やその影響度を実験解析で求め、これをもとに自動車省エネルギー施策の効果予測に適用できる燃費シミュレーションモデルを開発することを目指す。

2. 試験研究概要

試験車に燃料流量計や各種計測器、データ集録装置を搭載して、実走行実験並びにシャシダイナモメータ実験を行い、様々な走行条件で運転した時の燃料消費量をエンジンや車両のデータとともに記録し統計解析することにより、実走行時の燃料消費特性の実態と燃費への影響要因を調べる。またエンジン運転マップ上での基本燃費特性やトランジェントモード走行時のトリップ燃費等を測定し数値化する。こうした解析処理により、実走行時の燃料消費量に対する影響要因を抽出するとともに、その影響度を数値化して燃料消費モデルに組み込み、燃費シミュレーションモデルを完成する。

3. 成果概要

- 各種自動車の実使用時における燃料消費の実態把握（佐藤由雄）

合計 10 数台分のガソリン車とディーゼル車（ただし総重量 3.5 トン以下）をシャシダイナモメータ上でトランジェントモード走行させ、発進から停止までの各ショートトリップ ST での燃料消費状況をカーボンバランス法で測定し、車両ごとの違

いやアイドリングにおける消費状況などを把握した。一方、重量車については、4 トン積みトラックを使って各種道路条件を走行させた時の燃料消費状況を燃費計により測定し、燃費と運転条件との関連を把握した。

- 自動車燃料消費への影響要因の分析・定量化（野田 明）

実路走行時の燃料消費状況と走行条件の関係を実測データの統計解析により把握した。平均速度の低下と燃費（km/l）の悪化傾向との関連が明確になった。特に ST の移動距離が 500m より下がると極端に燃費が悪化する傾向がわかった。またアイドリングによる燃料消費への影響度を 1 台の乗用車を測定例に分析した結果、地方道走行では全体の 2～4% が、また都市内走行では全体の 8～10% がアイドリングで無駄に消費されていることがわかった。さらに ST の総仕事量と ST の燃料消費量は、上記 10 数台の試験車の測定結果においてもすべてほぼ比例関係にあることがわかった。

- 各種影響要因を考慮した燃費推計シミュレーションモデル開発（野田 明）

重量車用に任意の過渡モードパターン走行時の燃費が算出できる燃費推計プログラムを試作した。このソフトではエンジン単体の燃費試験（定常試験）で求めた燃費マップデータと仮想走行モードの車速データ並びに対象車の構造情報、運転パラメータ等を使用して、瞬時燃費値と燃料総消費量を推計する。予め組み込まれた変速ロジックが、走行パターンデータと車両構造情報から、人間の運転操作を疑似してギヤ位置を自動的に割り出して各瞬間のエンジン回転数とトルクを求め、これを燃費マップに補間法で適用して瞬時燃料消費量を計算する方式である。なお、上記の変速アルゴリズムは、重量車の新トランジェントモード排出ガス試験においても使われる予定である。

ジメチルエーテルを燃料とする自動車用エンジンに関する調査研究

佐藤 由雄

野田 明, 阪本 高志

山本 敏朗, 李 君

研究開始時期 平成 10 年 8 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目的

圧縮着火が容易で黒煙の発生が無く、サルファーフリーのクリーン燃料であるジメチルエーテル（DME）をディーゼルエンジンに適用し、エンジ

ン性能及び排出ガス基本特性を調べる。また、ディーゼルエンジンなみの性能を確保するための燃料噴射方法と NO_x の大幅低減に必要な燃焼及び排出ガス後処理技術について調査実験を行う。

2．試験研究概要

DME 高圧供給設備を設置するとともに、単気筒直噴ディーゼルエンジンをベースに DME エンジン（コモンレール式燃料噴射）への改造を行う。それらを用いて燃費・動力性能、排出ガスの基本特性並びに未規制有害物質と未燃成分の組成に関するエンジン実験を行う。また、噴射系・燃焼系の適正化要件について検討し、DME エンジンの低エミッション化の可能性と CO₂ 低減効果について明らかにする。さらに、NO_x 触媒による NO_x 浄化特性を調べ、排出ガス後処理による低 NO_x 化の効果を調べる。

3．成果概要

○ CO₂ 排出低減技術に関する研究（佐藤由雄）

DME エンジンのコモンレール式燃料噴射では噴射期間の短縮化により燃費を改善（CO₂ 低減）することが課題である。そこで、針弁直動式電磁駆動インジェクター（噴射圧力；約 15MPa が上限）に代わり、高圧噴射対応が可能な磁歪素子を用いたパイロット弁式インジェクター及びインジェクター駆動電流を制御し噴射率が可変できるインジェクター用ドライバーユニットを試作した。

○ 燃焼及び排出ガス特性の実験解析（李 君）

総噴孔面積が同一の条件で噴射ノズルの噴孔数の違い（3 噴孔と 5 噴孔）が燃焼及び排出ガス特性に及ぼす影響を調べた。3 噴孔ノズルの場合、高噴射量運転時では拡散燃焼が主体となるため 5 噴孔ノズルと比べて NO_x 排出量が減少する。また、高噴射量運転時の CO、THC 低減には、5 噴孔ノズルではスワール比の増加が、また、3 噴孔ノズルでは高噴射率化が有効であった。

○ NO_x 触媒の適用技術に関する研究（佐藤由雄）
模擬排ガス実験結果から選定した Co-Al₂O₃ 触媒を用い、単気筒エンジン実験による実排ガス試験を行った。排出ガス中の THC 濃度はコモンレール式燃料噴射によるポストインジェクションにより変化させた。その結果、還元剤を十分確保し、さらに排出ガス中の H₂O 濃度を 2% 程度まで低下させた場合は 20～30% の NO_x 低減率が得られたが、高濃度の H₂O が共存する場合には NO_x 還元作用が著しく低下する特性が明らかとなった

2. 自動車安全部

(部長 梅田 哲弘)

2.1 概 況

2.1.1 試験・研究計画とそのねらい

<試験・研究項目>

自動車安全部において、平成 13 年度に計画した試験・研究項目は、次のとおりである。

- (1) 正面衝突時の車両相互の特性が乗員傷害に及ぼす影響に関する研究
- (2) 歩行者保護試験法に関する研究
- (3) CRS の実使用時の乗員保護性能に関する研究
- (4) 自動車の動的応答特性に関する研究
- (5) 台上試験機による制動性能の評価に関する研究
- (6) 自動車用灯火類の高度化に関する研究
- (7) 自動車運転者の情報処理に関する研究
- (8) 新技術を適用した自動車用電子機器の安全確保に関する研究
- (9) 電磁界測定法に関する研究
- (10) 自動車の側面衝突時の乗員保護性能に関する研究
- (11) 貨物自動車の横転に関する研究
- (12) 輸入自動車の審査検査時における灯火器の基準適合性評価に関する調査

以上 12 項目の研究費別の内訳をみると、(1) は運営費交付金の特別研究費による特別研究、(2) から (9) は運営費交付金の経常研究費による経常研究、(10) (11) (12) は国土交通省自動車交通局からの自動車検査登録特別会計による受託研究である。

また、(2) (3) (10) 及び (11) は、平成 13 年度に新しく開始した新規研究項目である。

なお、上で述べたすべての項目は研究として実施したものであり、試験項目はなかった。

<試験・研究のねらい>

上に述べた各研究項目毎のねらいは、次のとおりである。

- (1) 車対車の衝突では、衝突した 2 台の乗員の

安全性をともに確保する必要がある。そこで、2 台の車のサイズ、質量、剛性等の車両特性の異なる車両同士が衝突した時の乗員の傷害に及ぼす影響を事故分析、衝突実験及び数値シミュレーションにより明らかにしようとするものである。

- (2) 車が歩行者と衝突した時の歩行者被害を軽減するための車両側の対策及び試験法について検討を行うものである。
- (3) スレッド試験等により、CRS (チャイルドレストレイントシステム) の性能を把握するとともに、取り付け方の差異による保護性能への影響を明らかにし、CRS の乗員保護性能向上のために必要な資料を得るものである。
- (4) 自動車の動的応答特性を明確にするための手法を明らかにするとともに、実際の交通流の中での車両挙動を解析するため、運転者の制御特性、車両とのインターフェイス等について、検討を行うものである。
- (5) 使用過程車に対する高速時からの制動性能等を規定した技術基準による機能検査を円滑に実施させるため、既存の各種ブレーキテストを用いて高速時の制動性能を試験する場合に必要なテストの改良要件並びに具体的な測定方法を明らかにしようとするものである。また、大型自動車用補助ブレーキの性能について、台上試験機による評価方法を検討するものである。
- (6) 自動車用灯火類の性能の高度化に関する検討を行い、夜間運転時における前方視認性等の向上及び運転者の負担軽減に資するとともに、高度化した前照灯の整備検査装置の性能向上について検討を行うものである。
- (7) 自動車の運転者に対し各種の情報伝達が行われる際に、適切な伝達方法でない場合にはかえって運転の妨げとなりヒューマンエラーを引き起こすことにもなりかねない。従って、運転者にとって違和感のない情報伝達方法の要件を明らかにしようとするものである。
- (8) 車間距離警報装置等のハイテクを駆使した電子装置が自動車に適用されているが、使用実

績が少なく、故障、誤作動等安全性に関する市場ベースでのデータの蓄積はまだ行われていない。このため、電磁波等による誤作動が原因となる事故等を未然に防止することを目的として、新技術を使用した自動車用電子機器の安全性に関する評価を実施するものである。

- (9) 自動車内部で発生した電磁波の車外への放射メカニズムや車外の電磁波が自動車用電子機器に影響を及ぼすメカニズムを理解するためには、車体表面の電流分布を知ることが極めて重要である。このため、表面電流測定に必要な導体表面近傍の電磁界測定法の要件、表面電流検出器の性能向上について検討を行うものである。
- (10) 近年普及している車高の高い自動車が車高の低い一般乗用車の側面に衝突した場合、乗用車側の被害が大きくなる傾向にある。このため、側面衝突事故データの分析及び側面衝突実験を行い、車高の高い自動車（例えば SUV 等）が一般の乗用車に側面衝突した時の乗員保護性能を評価するための試験方法、また、人体忠実度が高い側面衝突用ダミーの基準適合性の評価方法について検討を行うものである。
- (11) 貨物を輸送する自動車は、一般に重心位置が高いため旋回時や制動時に不安定になりやすく、わが国においても大型貨物自動車が横転するという事故が引き続き発生しており、基準等の見直しを検討されている。このため、車両の横転メカニズムを解明するための各種の走行実験を実施し、貨物自動車の横転現象に関する資料を得ようとするものである。
- (12) 我が国の自動車用灯火器の基準については、国際的な整合をとる方向で基準の整備が行われている。最近、前照灯の配光を走行状況に応じて変化させて夜間運転時の安全性を向上させようとする可変配光前照灯（Adaptive Front-lighting System: AFS）が各国において開発されている。この新技術に関して技術的評価及び眩惑に関する解析を行うものである。

2.1.2 試験・研究の実施状況と成果

それぞれの研究項目毎の実施状況と成果は、次のとおりである。

- (1) 衝突事故の分析から、日本の車同士の正面衝突事故においては、乗用車同士の事故の死亡重傷者数が多い結果が得られた。そのうち軽乗用車の死亡率が高く、コンパティビリティにおいて重要な問題の一つであることが分かった。また、車群解析から、日本の交通環境では車群の中心は乗用車であることが分かった。そこで、乗用車の平均質量、フロントサイドメンバー等の平均寸法を明らかにし、小型車対小型車及び小型車対大型車について衝突速度 56km/h、オーバーラップ率 50%の衝突シミュレーションを行った。その結果、小型車対小型車の衝突では加速度は低いが持続時間が長く車体変形量は大きいという特徴があるオフセット衝突に類似している。また、小型車対大型車の衝突では加速度が高く変形量が大きい特徴があることが分かった。さらに、軽乗用車と小型車について高速度からのオーバーロード試験を実施し、コンパティビリティで重要な客室強度を評価するための試験となる可能性があることを確認した。
- (2) 欧州で提案されている歩行者保護試験法（案）に基づき 1.5BOX（軽自動車）、セダン、ミニバンの 3 車種のフード/フェンダー、フードプレスライン、フードセンタ A ピラーについて頭部インパクト実験を行った。その結果、A ピラーの HIC 値は、1.5BOX の A ピラー中央ではやや低い、その他の車種の A ピラーでは非常に高い値となった。ミニバンのフードセンタを除いて、重傷の閾値となっている HIC1000 より高い値が得られた。HIC を閾値以下にするためには、動的変形量が大人では 76mm、子供では 70mm 必要であることが、HIC と動的変形量の関係より分かった。また、歩行者モデルとして HYBRID 6 歳児モデルを使用し、歩行者衝突シミュレーションを行った。その結果、セダンの場合は、下肢がバンパー等に衝突するため、上体が回転して頭部がフードに衝突し、下肢傷害の危険性が高くなる。一方、ミニバンの場合は、歩行者全身がほぼ同時に衝突するため、胸部等の傷害の危険性が高いことが分かった。
- (3) 自動車試験場に設置してあるスレッド試験装置の使用法を習得するとともに、実際に CRS を装備して実験を行った。また、CRS を装備した車両によるバリア前面衝突実験と同じ CRS を用いて行ったスレッド試験との

比較解析を行った。また、CRS のシミュレーション解析の準備を行った。

- (4) 運転者の制御動作に影響を与える要素の一つとして、一般ドライバのハンドル支持方法について、市街地及び高速道の実際の交通流において調査、解析を行った。その結果、ハンドルを片手で支持しているドライバが多いこと、車種や性別により支持方法に違いがあること等が分かった。また、先行する車両に追従して運転する時のドライバの運転特性について、テストコースでの追従走行実験等を行った結果、ドライバは運転を行う上で固有の動機を持っていて、運転行動に大きな影響を与えていること等が分かった。さらに、二輪車のシミュレーション解析では、さらにビッチ運動を加えて前後輪の荷重変化及び転がり抵抗を考慮したモデルとする必要があることが分かった。
- (5) ローラ周速度を 1 ~ 10km/h の範囲で設定可能な二軸式定速式ブレーキテストを試作し、試験車に対してテストのホイールベース設定を変化させた場合の試験、雨天を想定してタイヤに泥水を付着させた場合の試験を実施した。その結果、ローラ周速度を 4 km/h 程度で実施すれば、実走行試験に近似した結果が得られることが分かった。タイヤ表面を泥水で湿潤させた場合は、ラジアルタイヤの場合で最大 20% 程度、バイアスタイヤの場合で最大 50% 程度摩擦係数が低下することが分かった。また、リターダの台上試験を実施できるように改造した自動車用制動性能測定装置を用いて、実際の連続降坂道をそうていした繰り返し制動試験を実施し、データ解析を行っている。
- (6) 画像処理方式前照灯試験機の機能・構造について調査した結果、試験機に内蔵されている小型の配光再現用スクリーンが完全な拡散面でないこと、同スクリーン撮影用 CCD カメラが斜めに位置していること、レンズの特性による周辺光量の低下、CCD 素子の感度が不均一であること等のため、検出値に補正する必要があることが分かった。
- (7) 運転者が運転中に表示情報を確認する場合、前方の安全を確認しながら短時間の注視を繰り返して表示内容を読み取ることとなる。反復して表示内容を実際に視認する時間のほか、それらの間の時間において他の作業を行わせる二重課題法による実験を行った。その結果、

他の作業により表示情報を処理する能力が低下することが認められ、被験者の瞬目行動を観察することにより情報処理時間を推定できる可能性が明らかとなった。また、3 種類の車両（小型乗用車、普通乗用車、ワンボックスカー）を対象として、一般道路、高速道路、テストコースを走行し、車室内騒音のバイノーラル録音を行った。音質評価指標となるラウドネス、シャープネス等について解析を行った結果、車種、走行速度、窓の開閉等の要因により車室内音環境の変化に関する基礎的な資料を得ることができた。

- (8) 自動車に搭載された電子機器について資料の収集を行い、搭載状況と制御機能の概略について網羅的にリストアップを行った。この中から、新技術を使用した電子機器並びに誤作動が万一発生した場合に安全走行に影響のある電子機器について抽出を行った。また、新技術を使用した自動車用電子機器が搭載されている 3 車種の自動車について、技術資料を入手し、具体的な制御方式等を調査している。
- (9) 表面電流発生装置により発生させた表面電流を表面電流検出器により測定した。また、表面電流検出器の電流を検出する部分の長さを変えて測定を実施し、その感度特性、V S W R 特性等の測定を実施した。その結果、周波数範囲により長さに比例した感度を持つ領域と長さに関係なくほぼ同じ感度を持つ領域が見られることが分かった。また、表面電流発生装置の上面の端部を除く部分ではほぼ均一な表面電流を検出できることが分かった。さらに、超小型光電界センサを用いて、表面電流発生装置の上面における電界強度を測定した結果、表面電流発生装置上面における電界分布を詳細に測定可能であることが分かり、表面電流検出器を使用して測定した表面電流の分布とほぼ同じ傾向を示すことが分かった。
- (10) 交通事故例調査・分析報告書（交通事故総合分析センター）によって側面衝突事故の分析を行った。四輪自動車の側面衝突事故は、前面衝突事故に次いで 2 番目に重傷・死者が発生し、側面衝突車両乗員の重傷死者数の 78% が乗用車乗員である。受傷部位と加害部位の関係では、衝突側前席乗員では、頭部と B ピラー及び車体外部の対物、胸部とドアパネル、頸部の空振による受傷が多く、反衝突側前席乗員は、頭部の空振による受傷が多い。

衝突相手車両別の受傷部位からは、相手車両が1BOX、ミニバン、SUV、普通貨物の場合、胸部、頭部の比率が乗用車の場合より高いことが分かった。

また、販売台数の多いSUVと小型乗用車の側面衝突試験及び大型SUVを模擬したMDB（IIHS MDB）と小型乗用車の側面衝突試験を衝突速度 50 km/h で実施し、以下の結果が得られた。

SUV と IIHS MDB の試験結果から被衝突車ドアの変形形状を比較すると、胸部高さレベルでは同様の傾向であるが、腰部高さレベルでは SUV では B ピラーの変形が少なく前後ドアの中央付近の変形が大きい。IIHS MDB では、全体的に均一に近いつぶれ状態となった。サイドシルの変形はサイドメンバー下端の高さが高い SUV の方が大きかった。

衝突車の変形は非常に少なく、SUV はバンパー部全体が 100mm 程度、IIHS MDB は全体的に 60mm 程度の後退量であった。

IIHS MDB の試験では、前席ダミーの側頭部がバリアフェイス上部に衝突したため、HPC では大きな差が生じた。リブ変位、 V^*C は、SUV に比べ IIHS MDB が全体的に高い値を示した。腹部荷重は、SUV の方が、恥骨荷重は IIHS MDB の方が高い値を示したもののその差は小さかった。後席ダミーに関しては、頭、胸、腹部の応答は全体に値が低く差異は小さいが、腰部については、IIHS MDB の方が、SUV より 2 倍近い値を示した。

その他に、現在開発が進んでいる側面衝突用ダミー（World SID と ES-2）の調査を行い、これら 2 つの側突用ダミーは、その性能及び内容が大きく異なることが分かった。

- (11) 操舵による横転を再現するシミュレーション手法について検討するために、タイヤの非線形性を考慮した四輪モデルを使ってレーンチェンジ等についてのシミュレーション解析を行った。また、中型トラックを使用して、重心高を変えて静的横転限界試験、定常円旋回試験、レーンチェンジ試験等を行い横転に関する車両の運送特性を確認するとともに、重心高が運動限界特性に与える影響等明らかにするとともに、シミュレーション計算に使用する各種のパラメータに関する資料をこれ

らの走行試験により得た。

- (12) カーブ走行時における運転者の視線移動状況を把握するため、被験者 6 名で山間部の道路走行実験により調査した。視線移動状況はアイマークレコーダにより測定した結果、曲率 70～95m 程度のカーブであれば視線方向の角度は平均で約 20 度程度であり、右カーブの方が左カーブよりも視線方向のバラツキが大きいことが明らかとなった。また、AFS を搭載した自動車が、カーブ走行時に対向車に与える眩惑状況について、視線移動状況の実験結果を基にしてパラメータを設定してシミュレーション解析を行った。この解析の結果、AFS 搭載車から見て左カーブの場合、配光全体を走行方向の左に傾けると、対向車の運転者は配光を変化させない現行方式の場合よりも遠方から眩惑を受けることとなるが、その眩惑レベルは小さいこと等が分かった。

2.1.3 試験・研究成果の主な発表状況

研究によって得られた成果は、所内及び所外の学会等において発表を行った。

発表した主な論文の数は、次のとおりである。

- ・交通安全公害研究所研究発表会 7 編
- ・自動車技術会学術講演会 2 編
- ・計測自動制御学会生体・生理工学シンポジウム 1 編
- ・計測自動制御学会知的システムシンポジウム 1 編
- ・2001 P A L シンポジウム 1 編

2.1.4 試験・研究設備、施設の整備状況

平成 13 年度に整備した主な試験・研究設備及び施設は、次のとおりである。

- ・走行軌跡計測装置
- ・車両姿勢計測装置
- ・超小型光電界センサ

2.2 研究課題別実施状況

2.2.1 事故防止策の究明

自動車の動的応答特性に関する研究

谷口 哲夫
波多野 忠，松島 和男
成 波

研究開始時期 平成 4 年 4 月
研究終了時期 継続中

1. 目 的

自動車の動的応答特性を明確にするための研究を行う。また、実際の交通流の中での車両挙動を解析するため、運転者の制御特性、車両とのインターフェイス等についても検討を行う。

2. 試験研究概要

車両の挙動を解析するために、車両を制御する運転者の主な動作としてステアリングとブレーキ操作に着目し、テストコースにおける走行実験、ドライビングシミュレータによる実験等を行い、運転者の車両の制御動作に関する資料を得るとともに、運転操作系のあり方に関する検討を行う。

また、ライダの運動が車両運動の一部として影響する二輪車について、操舵系の振動車両運動特性等について実験及び解析を行う。

3. 成果概要

○運転者の制御動作及び運転操作系の安全性に関する研究（谷口哲夫）

運転者の制御動作に影響を与える要素の一つとして、一般ドライバーのハンドル支持方法について、市街地及び高速道の実際の交通流において調査を行い、解析した。その結果、現在の道路環境及び車両では、ハンドルを片手で支持しているドライバーが多いこと車種や性別により支持方法に違いがあること等が分かった。

また、ドライバの運転特性に関する研究の一つとして、先行する車両に追従して運転する時のドライバの運転特性について、実車を用いてテストコースでの追従走行実験等を行った。その結果、ドライバは運転を行う上でそれぞれ固有の動機を持っていて、その運転動機がドライバの運転行動に大きな影響を与えていること等が分かった。

○二輪車 - ライダ系の運動特性に関する研究（波多野忠）

二輪車の運動について、4 自由度モデルでシミュレーション解析を行ったが、実現象の再現性が低いことが分かった。このため、ピッチ運動を加えて前後輪の荷重変化及び転がり抵抗変化を考慮したモデルを作成することとし、実車走行中のタイヤに作用する力を測定する方法を検討した。

台上試験機による制動性能の評価に関する研究
松島 和男

谷口 哲夫，波多野 忠
成 波

研究開始時期 平成 10 年 4 月
研究終了時期 継続中

1. 目 的

使用過程車に対する、高速時からの制動性能等を規定した技術基準による検査を円滑に実施させるため、現在、一般的に使用されている定速型ブレーキテストをはじめ、各種ブレーキテストの制動試験を実施し、ブレーキテストとしての性能基準および測定方法についての資料を得る。さらに、大型自動車用補助ブレーキの性能について、台上試験機による評価方法を検討する。

2. 試験研究概要

各種定速型ブレーキテストを使用して、制動性能評価試験を実施し、実走行試験との相関を把握し、これらの結果を基に、現行の低速型ブレーキテストを改造するとともにブレーキテストとしての必要な性能および測定方法について検討する。

さらに、改良した自動車制動性能測定装置を用いて、大型自動車用として使用されている、各種リターダについての性能評価方法についても検討する。

3. 成果概要

○定速型ブレーキテストによる制動性能評価に関する研究（松島和男）

ローラ周速度を 1～10km/h の範囲で設定可能な二軸式定速型ブレーキテストを試作し、試験車に対して、テストのホイールベースの設定を変化させた場合の試験、雨天を想定してタイヤに泥水を付着させた場合の試験等を実施した。

その結果、ローラ周速度を 4km/h 程度で実施すれば、実走行試験に近似した結果が得られることがわかった。また、タイヤ表面を泥水で湿潤させた場合は、ラジアルタイヤの場合で最大 20%程度、バイアスタイヤの場合で最大 50%程度、摩擦係数が低下することがわかった。

○台上試験機によるリターダの評価法に関する研究（松島和男）

リターダの台上試験を実施できるように改造した、自動車用制動性能測定装置を用いて、実際の連続降坂道を想定した繰り返し制動試験を実施し、データの解析中である。

自動車用灯火類の高度化に関する研究

益子 仁一
森田 和元，岡田 竹雄

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 17 年 3 月

1. 目 的

自動車用灯火類の性能の高度化に関する検討を行い、夜間運転時の前方視認性等の向上及び運転者の負担軽減に資するとともに、高度化した前照灯の整備検査装置の性能向上について調査研究を行う。

2. 試験研究概要

前照灯の高度化に対応するため画像処理方式テスタの技術的課題を調査し、測定精度向上方策について検討する。また、15 年度以降は高機能化した灯火の性能要件についても検討する。

3. 成果概要

○画像処理方式前照灯試験機の測定精度向上に関する研究（岡田竹雄）

画像処理方式前照灯試験機の機能・構造について調査した結果、試験機に内蔵されている小型の配光再現用スクリーンが完全拡散面でないこと、同スクリーン撮影用 CCD カメラが斜めに位置していること、レンズの特性による周辺光量の低下、CCD 素子の感度が不均一であること等のため、検出値に対して適正な補正を加える必要のあることがわかった。

自動車運転者の情報処理に関する研究

森田 和元

益子 仁一、岡田 竹雄

研究開始時期 平成 9 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

自動車を運転する際に、車両側より運転者に対して各種の情報伝達が行われることとなるが、適切な情報伝達方法でない場合にはかえって運転の妨げとなりヒューマンエラーを引き起こすことにもなりかねない。従って、運転者にとって違和感のない情報伝達方法を明らかにするための基礎的な検討を行うことを目的とする。

2. 試験研究概要

運転者が表示情報を読みとる際に、運転行為等の他の作業も行いながら読みとることとなるが、このような二重課題下において情報処理能力がどの程度低下するかについての実験的検討を行う。また、音声による情報伝達を行う場合に問題となる車室内音環境の実態について、市街路、テストコース等における走行実験データを基にして、その特性を明らかにする。

3. 成果概要

○情報処理機能低下に関する要因の解析（森田和元）

運転者が運転中に表示情報を読みとる場合には、前方の安全を確認しながら短時間の注視を繰り返して表示内容を読みとることとなる。この点に関し、実際に反復して表示内容を視認する時間の他、それらの間の時間も考慮する必要がある。この間隔時間において他の作業を行わせるという二重課題法による実験を行った結果、他の作業により表示情報を処理する能力が低下することが認められた。また、この他、被験者の瞬目行動を観察することにより情報処理時間を推定できる可能性があることが明らかとなった。

○音声による情報伝達の基礎特性に関する研究（森田和元）

3 種類の車両（小型乗用車、普通乗用車、ワンボックスカー）を対象として、一般道路、高速道路及びテストコースを走行して、車室内騒音をダミーヘッドを用いてバイノーラル録音を行った。そのデータにより音質評価指標となるラウドネス、シャープネス等について解析を行った結果、車種、走行速度、窓の開閉等の要因によりどの程度車室内音環境が変化するかに関する基礎的なデータを得ることができた。これらのデータは、運転者に対する音声情報伝達に関する実験を行う際に活用することが可能である。

新技術を活用した自動車用電子機器の安全確保に関する研究

伊藤 紳一郎

松村 英樹

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目 的

車間距離警報装置及びカーナビゲーション装置をはじめ最近のハイテクを駆使した電子装置が自動車に適用されるようになってきている。これらの新規に採用された自動車用電子機器は市場に投入されたばかりであり使用された実績が少ないデータの蓄積はまだ行われていない。このため、電磁波等による誤作動等が原因となる事故等を未然に防止するため、これら新技術を使用した自動車用電子機器の安全性についての評価を実施する。

2. 試験研究概要

新技術を使用した自動車用電子機器の資料を収集し、その制御方式等の調査を実施するとともに、

新技術を使用した自動車用電子機器の電磁波に対する安全性等の確保に関する評価について検討を行う。

3. 成果概要

○新技術を使用した自動車用電子機器の調査（松村英樹）

自動車に搭載された電子機器について資料の収集を行い、電子機器の搭載状況と制御機能の概略について網羅的にリストアップを行った。この中から、新技術を使用した電子機器並びに万一誤作動等が発生した場合に安全走行に影響のある電子機器について抽出を行った。

新技術を使用した自動車用電子機器は今後も開発・実用化されることが予想されるため、本調査は今後も引き続き実施していく予定である。

○新技術を使用した自動車用電子機器の評価に関する研究（伊藤紳一郎）

新技術を使用した自動車用電子機器が搭載されている3車種の自動車について、整備マニュアル等の詳細な技術資料を入手し、具体的な制御方式等の調査を実施しているところである。

今後は、検討対象を1個～2個程度への絞り込みを行い、電磁波に対する耐性等の評価を実施していく予定である。

電磁界測定法に関する研究

伊藤 紳一郎
松村 英樹

研究開始時期 平成10年4月

研究終了時期 平成14年3月

1. 目的

自動車内部で発生した電磁波の車外への放射メカニズムあるいは、車外の電磁波が自動車用電子機器に影響を及ぼすメカニズムを理解する上で車体表面の電流分布を知ることは極めて重要である。

このため、本研究では表面電流測定に必要な導体表面近傍の電磁界測定法の要件について検討を行うとともに表面電流検出器の性能向上について検討を実施する。

2. 試験研究概要

導体表面近傍の電磁界検出法について調査するとともに表面電流検出器の特性向上に関する検討を実施する。

3. 成果概要

○導体表面近傍の電磁界測定法に関する研究（伊藤紳一郎）

表面電流発生装置により発生させた表面電流を

表面電流検出器により測定した。また、表面電流検出器の電流を検出する部分の長さを変えて測定を実施し、その感度特性、VSWR特性等の測定を実施した。その結果、周波数範囲により長さに比例した感度を持つ領域と長さに関係なくほぼ同じ感度を持つ領域が見られることがわかった。さらに、表面電流発生装置の上面の端部を除く部分でほぼ均一な表面電流を検出できることがわかった。

また、超小型光電界センサを用いて、表面電流発生装置の上面における電界強度を測定した。その結果、表面電流発生装置上面における電界分布を詳細に測定可能であることがわかり、表面電流検出器を使用して測定した表面電流の分布とほぼ同じ傾向を示すことがわかった。

今後は、これらセンサを使用して表面電流発生装置近傍の電界及び表面電流をさらに詳細に測定するとともに、コンピュータシミュレーションを実施して両者の比較を実施する予定である。

貨物自動車の横転に関する研究

谷口 哲夫
波多野 忠、松島 和男
成 波

研究開始時期 平成13年4月

研究終了時期 継続中

1. 目的

貨物を輸送する自動車は一般に重心位置が高いため旋回時や制動時に不安定になりやすく、我が国においても大型貨物自動車が横転するという事故が引き続き多く発生しており、基準等の見直しを検討されている。本研究は、車両の横転のメカニズムを解析するための各種の走行実験を実施して、これにより横転限界に関する検討、耐横転性能に関する検討等を行うものであり、貨物自動車の横転現象に関する資料を得るものである。

2. 試験研究概要

大型貨物自動車について、積載状態で、円旋回試験、レーンチェンジ試験等の各種の走行試験を行い、これらの車両のロール特性、限界横加速度等の横転現象に関するデータを収集し解析を行う。

また、各種の横転現象に関するシミュレーション手法について調査を行うとともに、シミュレーションの使用法、結果のバリディティ等について検討する。

3. 成果概要

○横転及びそのシミュレーション手法に関する調査研究（波多野忠）

操舵による横転を再現するシミュレーション手法について検討するために、タイヤの非線型性を考慮した四輪モデルを使ってレーンチェンジ等についてのシミュレーション解析を行った。また、中型トラックを使用して実車走行実験を行い、シミュレーション計算に使用する各種のパラメータに関するデータを得た。

○実車走行実験による横転現象に関する研究（谷口哲夫）

中型トラックを使用して、重心高を変えて静的横転限界角試験、定常円旋回試験、レーンチェンジ試験等の試験を行い、横転に関する車両の運動特性を確認するとともに、重心高が運動限界特性に与える影響等を明らかにした。

また、横転の発生直前から横転状態までの間、車上で測定される各種の運動物理量と車両の位置、走行方向等とを併せて解析するために、GPS を利用して車両の走行軌跡を求める測定方法を検討し、実験を行った。これらは、次年度実施する大型車両を使用する車試験等においても使用する予定である。

輸入自動車の審査検査時における灯火器の基準適合性評価に関する研究

森田 和元

益子 仁一，岡田 竹雄

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

我が国の自動車用灯火器の基準については、国際的な整合をとる方向で基準の整備が行われている。最近、前照灯の配光を走行状況に応じて変化させて夜間運転時の安全性を向上させようとする技術（Adaptive Front-lighting System）が各国において開発されている。この新技術に関して技術的評価を行い、問題点の有無等を検討することを目的とする。

2. 試験研究概要

可変配光前照灯の問題点として、対向車運転者に対する眩惑が考えられる。従って、各種の実験条件を模擬するために数値シミュレーションにより眩惑状況の解析を行い、眩惑を押さえるために必要な要件を明らかにする。また、カーブ走行時における運転者の視線移動方向を調べて、可変配光前照灯の効果予測を行うとともに、シミュレーション解析を行う際のパラメータ設定に活用する。

3. 成果概要

○AFS 性能評価に関する実証実験（岡田竹雄）

カーブ走行時における運転者の視線移動状況を調査するため、被験者 6 名により山間部の道路を走行する実験を行った。測定区間を約 150m として右カーブと左カーブの場合の視線移動状況をアイマークレコーダにより測定した。その結果、曲率が 70～95m 程度のカーブであれば、視線方向の角度は平均で約 20 度程度であり、また、右カーブの方が左カーブよりも視線方向のばらつきが大きいことが明らかとなった。なお、昼間と夜間とでは視線方向の大きな違いは認められなかった。この理由として、今回の走行道路では街灯が設置されていたため、夜間においても暗闇の状態ではなかったことが考えられる。

○眩惑のシミュレーション解析（益子仁一）

AFS を搭載した自動車が、カーブ走行時に対向車に与える眩惑状況についてシミュレーション解析を行った。この解析に当たっては、運転者の視線移動状況に関する実験結果を基にしてパラメータを設定した。この解析の結果、AFS 搭載車からみて左カーブの場合、配光全体を走行方向の左側に傾けると、対向車の運転者は、配光を変化させない現行方式の場合よりも遠方から眩惑を受けることとなるが、その眩惑レベルは小さいという結果を得た。

2.2.2 被害軽減策の究明

正面衝突時の車両相互の特性が乗員傷害に及ぼす影響に関する研究

米澤 英樹

研究開始時期 平成 11 年 4 月

研究終了時期 平成 13 年 3 月

1. 目 的

車対車衝突では、衝突した 2 台の車の安全とともに確保する必要がある。そこで、2 台の車のサイズ、質量、剛性等の車両特性が、乗員の傷害に及ぼす影響を事故分析、衝突実験及び数値シミュレーションにより明らかにし、車対車衝突を考慮した安全な車に関する資料を得る。また、車対車衝突時の乗員の安全を確保するための試験法を提案する。更に、これらの研究成果を国際研究調和プロジェクト（IHRA）に報告する。

2. 試験研究概要

平成 11 年度は、事故データ及び計算機シミュレーションを用いて、車両質量及び車体剛性が乗員の傷害に及ぼす影響を明らかにした。平成 12 年度は軽乗用車対大型乗用車の衝突実験を行い、サイズの異なる車が衝突した時の乗員の傷害程度につ

いて検討した。その結果から客室空間の保持、客室の強度・剛性が乗員の安全に最も重要であることがわかった。そこで高速度オフセット前突試験を行い、客室をつぶすことによる客室の強度・剛性の評価手法について検討した。平成 13 年度は車対車衝突時の乗員の安全を確保するための試験法を提案する。

3. 成果概要

○車対車の衝突事故の分析

日本の車同士の正面衝突事故においては、乗用車同士の事故の死亡重傷者数が多い。したがって、日本におけるコンパティビリティでは乗用車がターゲットとなる。そのうち、軽乗用車の死亡率が高く、コンパティビリティにおいて重要な問題の一つであることがわかった。また、車群分析から日本の交通環境では車群の中心は乗用車であることがわかった。そこで、日本における乗用車の平均質量、フロントサイドメンバー等の平均寸法を明らかにした。

○車対車衝突の数値シミュレーション

小型車対小型車と小型車対大型車において衝突速度 56km/h、オーバーラップ率 50%（小型車対大型車の場合小型車側）衝突シミュレーションを行なった。

フルラップ試験では、加速度は高いが持続時間が短く車体変形量は少ない。また、オフセット衝突では、加速度は低いが持続時間が長く車体変形量は大きいという特徴がある。

車体車衝突の数値シミュレーションの結果では、小型車対小型車衝突ではオフセット衝突に類似している。しかし、小型車対大型車衝突では、加速度が高く変形量が多いというフルラップ衝突、オフセット衝突にはない特徴があることがわかった。したがって、小型車対大型車衝突はフルラップ衝突、オフセット衝突だけで評価することは不十分である。

○車対車の衝突試験方法に関する研究

コンパティビリティでは客室強度を評価する必要がある。軽乗用車と小型車についてそれぞれオーバーロード試験を実施し、このような高速度の試験が、客室強度を評価するための試験となる可能性があることを確認した。

MDB 試験を 3 種類のハニカムを用いて行った。試験の結果、MDB のオーバーライドと底付きの問題が発生し、試験車の挙動や変形に大きな影響を及ぼすことがわかった。MDB 試験法は、試験条件を含め、さらに詳細に検討する課題が多い。

衝突時のコンパティビリティのためには、車同

士のインターアクションを確保した上で、車体のエネルギー吸収を行い、最終的に客室変形を抑止することが必要である。この観点から、荷重分布を計測するフルラップ剛体壁衝突、ODB 衝突、オーバーロード試験の 3 つの組み合わせからコンパティビリティを評価することが適していると考えられる。ただし、これらの試験の条件、評価基準に関しては、今後、さらに検討が必要である。

歩行者保護試験法に関する研究

米澤 英樹

民田 博子

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目的

車が歩行者と衝突したときの歩行者の被害を軽減するための、車両側の対策及び試験法について考察する。

2. 試験研究概要

複数の車種に対して頭部インパクトによる衝突実験を行い、車種による歩行者保護性能の違いについて把握する。また、シミュレーションにより、車体形状による歩行者の受傷メカニズムの違いについて考察する。

3. 成果概要

○歩行者被害軽減に関する研究（米澤英樹）

欧州で提案されている歩行者保護試験法（案）に基づき 1.5BOX（軽自動車）、セダン、ミニバンの 3 車種のフード/フェンダー、フードプレスライン、フードセンタ A ピラー（大人のみ）に頭部インパクト実験を行った。その結果、A ピラーの HIC の値は、1.5BOX の A ピラー中央ではやや低い、その他の A ピラーでは非常に高い値となった。重傷の閾値となっている HIC1000 よりミニバンのフードセンタを除き高い値となった。HIC と動的変形量の関係より、HIC を閾値以下にするためには、動的変形量が大人では 76mm、子供では 70mm 必要であることがわかった。

○歩行者衝突シミュレーションに関する研究（民田博子）

歩行者モデルとして HYBRID 6 歳児モデルを使用し 1.5BOX（軽自動車）、セダンミニバンの 3 車種で行った。歩行者モデルの挙動は、セダンの場合下肢がバンパー等に衝突するため、上体が回転して頭部がフードに衝突した。このため、下肢傷害の危険性が高くなる。一方、ミニバンの場合は、歩行者全身がほぼ同時に衝突するため、胸部

等の傷害の危険性が高い。子供の歩行者の場合は、フードリーディングエッジ（HLE）の高さが高いときは、頭部、胸部の傷害の危険性が高くなると考えられる。

CRS の実使用時の乗員保護性能に関する研究

米澤 英樹

山口 知宏

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目 的

平成 12 年度より CRS（チャイルドシート）の使用の義務化が行われたが、CRS の性能には製品によりかなり差があることが考えられる。また、一方では、シートへの取付が不十分に行われている例も多く報告されている。そこで、スレッド試験等により CRS の性能を把握するとともに、実使用時における乗員保護性能に関しても試験等を行い、CRS の乗員保護性能向上のための基礎データを得る。

2. 試験研究概要

平成 13 年度は、CRS のスレッド試験を行い、乗員保護性能に関する基礎データを得る。平成 14 年度以降は、実験及びシミュレーションにより、使用条件の違い等による CRS の乗員保護性能の違いに関して解析を行う。

3. 成果概要

○スレッド試験による CRS の乗員保護性能に関する研究（米澤英樹）

熊谷の試験場に設置してあるスレッド試験装置の研修に参加し、その使用法を習得するとともに、実際に CRS を装備して実験を行った。また、CRS を装備した車両によるバリア前面衝突実験と、同じ CRS を用いて行ったスレッド試験との比較解析を行った。

○数値シミュレーションによる CRS の解析（山口知宏）

シミュレーションソフトの研修に参加し、CRS のシミュレーション解析の準備を行った。

自動車の側面衝突時の乗員保護性能に関する研究

米澤 英樹

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目 的

近年普及している車高の高い自動車、一般の車高の低い乗用車の側面に衝突した場合、乗用車

側の被害が大きくなる傾向にある。本研究は、車高の高い SUV 等が車高の低い一般乗用車に衝突した場合の乗員の傷害を軽減するため、側面衝突事故データの分析及び車高の高い自動車が乗用車の側面に衝突する実験等を行い、車高の高い自動車が一般の乗用車に側面衝突した時の乗員保護性能を評価するための試験方法の検討を行うものである。また、人体忠実度が高いダミーの基準適合性の評価方法についての検討も行う。

2. 試験研究概要

平成 13 年度は、事故データによる側面衝突の分析を行い、衝突速度及び車体変形量などの事故実態の把握と乗員傷害の発生要因の把握を行う。また、車高が異なる SUV 等の乗用車対小型乗用車の衝突実験を行い、車高の高い車両対小型乗用車の衝突現象と乗員傷害発生要因を把握する。また、人体忠実度の高いダミーに関しての調査を行う。平成 14 年度以降は、事故データの分析を継続して行うとともに、車高の高い自動車を模擬した MDB を使用した実験等を行い、試験方法の検討等を行う。

3. 成果概要

○事故データによる側面衝突の分析

交通事故総合分析センターによる、平成 10 年度の交通事故例調査・分析報告書よって調査を行った。四輪自動車の側面衝突事故は、前面衝突事故に次いで 2 番目に重傷・死者が発生している。側面衝突車両乗員の重傷死者数の 78% が乗用車（軽及び普通）乗員である。傷害程度別受傷部位では、軽傷以上は頭部、重傷以上は胸部・頭部、死亡の場合は頭部の構成率が高い。マイクロデータによる受傷部位と加害部位の関係では、衝突側前席乗員では、頭部と B ピラー及び車体外部の対物、胸部とドアパネル、頸部の空振による受傷が多く、反衝突側前席乗員は、頭部の空振による受傷が多い。マクロデータによる衝突相手車両別の受傷部位からは、相手車両が 1BOX、ミニバン、SUV、普通貨物の場合、胸部、頭部の比率が普通乗用車の場合より高いことが分かった。

○実験による側面衝突の乗員傷害等に関する解析

販売台数の多い SUV と小型乗用車の側面衝突試験及び大型 SUV を模擬した MDB（IIHS MDB）と小型乗用車の側面衝突試験を衝突速度 50km/h で行った。小型乗用車の前席には EuroSID 1、後席には SID II s を搭載した。試験から以下の結果が得られた。

(1) 車体変形形状

SUV と IIHS MDB の試験結果から、被衝突車

ドアの変形形状を比較すると、胸部高さレベルでは比較的近い傾向であるが、腰部高さレベルでは SUV での試験結果は B ピラーの変形が少なく前後ドアの中央付近の変形が大きい。一方 IIHS MDB での試験結果は、全体的に均一に近いつぶれ状態となった。サイドシルの変形はサイドメンバー下端の高さが高い SUV の方が大きい。衝突車の変形は非常に少なく、SUV はバンパー部全体が 100mm 程度、IIHS MDB は全体的に 60mm 程度の後退量である。

(2) ダミー応答

前席ダミーでは、IIHS MDB では側頭部がバリアフェイス上部に衝突したため、HPC では大きな差が生じた。リブ変位 V^*C は SUV に比べ IIHS MDB が全体的に高い値を示した。腹部荷重は、SUV の方が、恥骨荷重は IIHS MDB の方が高い値を示したもののその差は小さかった。後席ダミーに関しては、頭、胸、腹部の応答は全体に値が低く差異は小さいが、腰部については、IIHS MDB の方が、SUV より 2 倍近い値を示した。

○新方式の人体忠実度の高いダミー導入の検討

現在開発が進んでいる側面衝突用ダミー（World SID と ES-2）に関して、調査を行った。以下にそれぞれの概要を述べる。

(1) World SID

ISO/TC22/SC12/WG5 の下でに設けられた WorldSID Task Group によって開発が行われている。現行の側突ダミーの問題点を再検討した結果、高い生体忠実性を有し、左右何れの方向の衝突にも使用可能で、 ± 30 度の衝突に正しい挙動を示すこと、ダミー内蔵型計測器を取り付け可能なこと等を基本仕様としており、さらに、側突試験法への使用以外に車両開発時の研究ツールとしての利用も考慮して非常に多くの計測が可能となっている。現在、Prototype ダミーの評価を基に Pre-Production ダミーの製作が行われており、その評価結果を基に量産型ダミーを製作することになっている。

(2) ES-2

現行の EUROSID - 1 の問題点の改善と WorldSID が完成するまでの暫定的国際統一側突用ダミーとしての位置付けで、生体忠実性等の特性を変更せずに構造上の問題点を改善を意図として開発している。各部の基本構造は EUROSID - 1

を踏襲しているので外見的な相違点は非常に少ないものの、各部の部品は多くの変更が加えられており、EUROSID - 1 の部品をそのまま採用している部分は非常に少ない状態となっている。EEVC

WG12 は欧州での評価結果を EEVC SC で報告し、ES-2 が、EUROSID - 1 問題点を解決したと判断され、ES - 2 の開発はほぼ終了し、量産体制に移行している。

現在開発が進められている 2 つの側突用ダミーに関しては、その性能及び内容が大きく異なることが分かった。

3．交通システム部

(松本 陽)

3．1 概説

3.1.1 試験・研究の計画とそのねらい

<試験・研究項目>

交通システム部において、平成 13 年度に計画した研究項目は、次のとおりである。

- (1) ライトレール・システムの高度化に関する研究
- (2) 操舵台車の高度化・知能化に関する研究
- (3) 電磁技術を利用した電気鉄道の技術評価に関する研究
- (4) 複合交通ネットワークにおける交通流シミュレーション手法に関する研究
- (5) 鉄道インフラの特性向上に関する研究
- (6) 鉄道の事故防止に関する基礎的研究
- (7) 索道搬器の動特性に関する研究
- (8) 索道搬器の耐風性向上に関する基礎的研究
- (9) 索道用受索装置における索輪荷重の測定方法に関する基礎的研究
- (10) 機能を高度化した特殊鉄道の技術評価に関する研究
- (11) 都市交通システムにおける機能の充実度評価に関する研究
- (12) 順応条件が急変する時の視覚機能に関する研究
- (13) 航空機の地上走行の視覚誘導システムに関する研究
- (14) 視覚援助システムへの赤外線の利用に関する研究
- (15) 大気光学特性や視覚特性を考慮した模擬視界生成に関する研究

以上 15 項目のうち、(4)、(5)、(6)、(10)及び(11)は、平成 13 年度に新しく開始する新規研究項目であり、(7)及び(8)は平成 13 年度をもって終了する課題である。

各課題の分類

これらの研究のうち、(1)～(11)が鉄道、索道及び都市交通システムに関する研究で、(12)～(15)が航空に関する研究課題である。また、研究の目的別に分類すると、都市交通システムの機能

向上を目的としたものが(1)、(2)、交通インフラの機能向上・有効利用を目的としているものが(4)、(5)、(10)、(11)、(13)、事故防止策の究明を目的としているものが(3)、(7)、(8)、(9)、(12)、(14)、(15)、事故原因の究明を目的としているものが(6)となっている。

研究費等による分類

研究費別の内訳をみると、(1)が特別研究、(12)が科学技術振興調整費の流動促進研究制度による受託研究、(13)が空港整備特別会計による受託研究であり、その他は経常研究である。

また、(2)の課題に関連して東京大学等と2件の共同研究及び年度途中より(財)地下鉄互助会の公益基金による研究補助金による研究を、(3)に関連して1件の共同研究を実施することとしている。

<研究のねらい>

上に述べた試験・研究項目毎のねらいは、次のとおりである。

(10) ライトレール・システムは、アクセス性が良く高齢社会に適しており、建設費、環境にも優れた新しい都市交通システムとして普及ししつつあるが、都市景観上美観を損ねる側面もある架線を無くした架線レス・システム、低床式台車等を利用した走行システム及び高度化した運行システム等の新しいシステムについて、それらに関する技術評価手法など総合的な検討を行う。また、現状の路面電車のライトレール化を促進させ、高齢社会の乗客がより利用しやすいシステムとするための検討を行うものである。

(11) 都市鉄道における超急曲線から直線高速走行まで対応できる鉄道システムの実現のため、車輪とレール間の接触面の形状や潤滑などの問題、車輪を操舵したり、左右の車輪が独立して回転できる新しいタイプの台車の運動特性等について、模型及び実物大の試験台車を用いた台上実験やシミュレーションを実施し、

脱線安全性の向上や摩耗防止などに関する新しい知見を得るものである。

- (12) リニアモータ、高温超電導体等の電磁気現象を利用した新しい鉄道システムの開発が進んでおり、これらの新技術に関する安全性評価手法を検討し、また、これらシステムから発生する電磁界による他の機器への影響についても検討するものである。
- (13) 近年、ヨーロッパを中心に普及しているLRTは自動車交通との同一空間を効率良く走行させることが重要な課題となっており、また、専用道、一般道路の両方を走行可能な新しい交通システムが開発されている。このような場合、自動車交通と公共交通との協調の取れた信号制御、運行計画が重要である。このため、公共交通と自動車交通の複合ネットワークを考慮した交通シミュレーション手法を開発し、新しい交通システム導入時における、自動車交通との最適な信号制御、運行計画作成法を開発するものである。
- (14) 近年、従来の軌道構造にとらわれない新しい構造の軌道や分岐器などが開発されており、鉄道施設への適用に対する中立的な技術評価が求められている。また、地震時の構造物と列車の挙動など従来必ずしも十分に究明されていなかった面がある。本テーマは、鉄道インフラ、すなわち軌道や構造物の現状の課題を見いだすとともに、事故防止、低コスト化、高品質化等の観点からそれらの特性の向上を図ろうとするものである。
- (15) 鉄道における事故防止に資する新しい技術について、評価するための基礎資料を得る。また、従来は、事故発生後にその事故原因に基づき個別に対策を施して安全性の向上を図っていたが、鉄道システム全体の安全性を、事故事例の定量的分析、事故に至る確率等の計算を通じて定量的に評価する手法を確立するための基礎資料を得ようとするものである。
- (16) 索道搬器の動特性の向上を図り、輸送の安全性及び信頼性をより高めるために、索道における搬器動特性の把握を行うとともに、構造的な方法による搬器動特性の向上に関する基礎的検討を行うものである。
- (17) 索道システムにおける搬器の風による過大な動揺は、支柱近傍での搬器と支柱との衝突、あるいは、ロープが索輪から外れ搬器の落下事故に結びつく恐れがあり、輸送の安全性及

び信頼性をより高めるために、索道搬器の耐風性を向上させる方法について、基礎的な検討を行うものである。

- (18) 索道の安全な運行を図るために脱索現象について十分に把握することを目標とし、そのために不可欠な技術的課題の1つである実際の施設において使用可能な索輪荷重の測定方法を基礎的部分から研究するものである。
- (13) 新しい技術を用いた在来型特殊鉄道の技術評価を行うための評価項目等について検討を行うとともに、新しい方式の特殊鉄道で検討課題となっている低振動型ロープの振動、疲労特性を把握することを目的に実施するものである。
- (14) 高齢社会に適応した都市交通システムを構築していくために、都市交通システム内の施設内の段差などについて調査分析し、高齢者等の交通弱者にとって移動しやすい交通システムとするため、施設等の構成要素の機能充実度についての評価方法を確立しようとするものである。
- (15) 航空機が雲中から太陽直下に出る時、計器類や視界の確認を誤り、事故を起した例がある。このように順応している明るさの条件が急変する際の視覚特性の解明や対処策について検討を行い、操縦士への教示や視覚援助施設の開発等に資することを目的としているものである。
- (16) 航空交通量の著しい空港において、航空機等の安全で円滑な地上走行を支援する地上走行誘導管制(SMGC)システムの導入が求められている。視覚誘導システムはその主要なサブシステムであり、広範な視程条件下で、最適な走行経路と曖昧さのない視覚的な誘導情報を自動的、体系的に提供できる必要がある。このため、航空機の地上走行の安全性と運行効率を確保することを目的として、停止線灯等の点滅制御方式、最適走行経路判別プログラム、可変メッセージ型誘導案内灯等の基本システムを開発するものである。
- (17) 霧、煙等で視程不良の際、航空機の着陸や空港面地上走行時に、視覚援助システムとして、可視光より波長の長い赤外線等を使えば、より多くの視界情報を得ることができると期待できる。このため、赤外線を用いた視覚援助システムの限界と最も有効な活用方法を明らかにしようとするものである。

- (18) 外界からの視覚情報は大気状態によって変化し、灯光や昼光が霧等によって大気中で散乱し低視程状態になる。また、人は加齢にともない一般に水晶体の光混濁度は増加する傾向を示し、視覚機能が低下する。この研究では、自然条件下では困難な低視程時および視覚特性を考慮した模擬視界生成方法の検討を行うものである。

3.1.2 研究の実施状況と成果

それぞれの試験・研究項目毎の実施状況と成果は、次のとおりである。

- (10) 地図上に路線を設定し、その路線を走行する車両の特性を入力して、走行をシミュレートする「LRT システム評価シミュレータ」に簡易3次元表示機能と路線の勾配設定機能を付加した。これにより、架線レスLRT等が実用化された場合の景観の評価やより実際に近い路線の設定が可能となった。また、架線レス・システムの実現について検討するために、大容量ウルトラキャパシター及び燃料電池システムについて調査し資料を収集した。また、中国において実用化されている市街地において架線を離れて運行を行うトロリーバスの運行実績、イタリアで実証走行を行っている地中集電システムのバス技術について調査を行った。走行システムの高度化については、これまで、研究を行ってきた「一軸台車」、「後輪独立回転台車」などをLRT車両等の都市交通システムに適用する方法について考察した。運行システムの高度化については、平成12年度に開発したシミュレーションモデルを用いて各種シミュレーションを行った結果、GPS（衛星通信）を利用した電車優先信号システムが機能面及び簡易性の面から優れていることがわかった。これらを検証するため、GPSを用いたLRT信号システムを試作して実際の車両に搭載し、走行実験を行い各種データを取得した。
- (11) 2軸ボギー操舵台車の最適化や車輪/レール境界の最適化に関する研究を実施するために、都市内鉄軌道用台車試験設備において、曲線走行実験を行うため駆動系の整備、輪軸・軸箱支持ゴムの交換などの台車側の実験

準備、摩擦調整材により潤滑した場合の旋回性能の向上や曲線抵抗の減少による省エネルギー効果などを検証するための実験方法などについて考察した。模型実験については、左右車輪の回転数差、またはトルク差によって、「輪軸」を操舵し、左右移動する方法について検討した。実験を行った結果、この方法は左右車輪を駆動するモータを極めて高精度で、ハイレスポンスに制御する必要があり、なめらかな運動制御を実現するためには、更なる改良の必要があることがわかった。

- (12) 「空気により浮上し、リニアモータで駆動するシステム」の安全性評価手法を検討し、評価手法を確立させた。また、リニアモータを使用しつつ、案内を非接触で行う方法（永久磁石を位置検知に利用）の基礎検討を行い、運転のフェールセーフ性を確保する構成法を確立させた。現状の高温超電導材料により実現できる電力蓄勢装置と、バッテリーやスーパーキャパシティによる電力蓄勢装置の性能について比較した結果、現状の高温超電導材料では鉄道負荷の急変に追従性が悪く、路面電車等の低圧き電システムでは、スーパーキャパシタを利用の方がコストは安いと結論された。鉄道EMC(電磁的両立性)に関する国際規格委員会への参加し、これまでヨーロッパ側からの提案を基本としてきた状況に対し、これまで当研究所で収集してきた電磁界測定データ、測定法等を逆提案した結果、日本側の事情も考慮して再検討されることになった。

- (13) 自動車交通と軌道系の公共交通の双方が円滑な運行ができる環境を実現するため、軌道系公共交通と一般自動車交通が共存して走行するネットワークを模擬できるシミュレータを開発した。交通信号機に合わせた運行を行う場合については、LRTのような高加減速車の導入や信号機の系統制御の導入によって、軌道系交通システムの走行時間がどの程度短縮するかを定量的に計算できるプログラムを開発した。優先信号による運行については、信号方式の差によって軌道系交通システムや自動車群の到達時分に生じる差を計算できるプログラムを開発した。その結果、各種輸送システムの運行を考慮したシミュレーションが可能となり、自動車交通と軌道系交通の協調した運行を実現するための基礎資料を提供

することが可能となった。また、交通ネットワークの描き出す図形パターンをフラクタルな構造として捉え、そのフラクタル次元を計算することによりネットワークの充実度を評価する手法について調査し、それらの解析ソフトウェアの設計について検討を行った。

- (14) 我が国にはまだ導入されていない樹脂固定型 (INFUNDO) 軌道について、予備的な測定を行い、測定項目や測定箇所及び測定方法の妥当性について検討した結果、基本的な特性が明らかにすることができ、導入の基盤となった。また、LRT の併用軌道上に設置できる小型、軽量の新しい電気転てつ機について、動作原理を把握し、その安全確保方法を確保するとともに、実際に設置した場合の耐候性、耐振動性等の検証方法、異常時における安全性確認方法等を検討した。また、これらとは別に、地震時に橋桁の落下防止や変位制限を担う機構について検討するために、材料強度試験機を用いた実験を行う際の供試体及び治具の設計・製作を行った。
- (15) 平成 13 年 4 月発生の福島交通における列車脱線事故、同年 6 月発生の京福電鉄における列車正面衝突事故等の重大事故について、現地調査等を行い、事故原因の究明を行った。さらに、これらの事故を含め最近 2 年間に発生した重大事故の特徴について分析した結果、単行列車・単ユニット列車におけるブレーキ・システム等の多重化・フェイル・セーフ化の重要性を再認識することが必要であることがわかった。また、当研究所において開発した簡易型列車冒進警報システムについて、その実用性の検証を実線区で行い、機能の有効性と動作の信頼性を確認した。その結果、同システムを ATS が設置されていない単線すれ違い部に導入することにより、上記のような列車衝突事故の防止に大きな効果があることを示した。
- (16) 交走式及び単線自動循環式の索道施設において走行実験を行い、支柱を通過する際の搬器の振動・動揺と運転速度及び荷重条件との関係を明らかにした。また、搬器の支柱通過時における索輪の輪重と横力の測定方法について研究し、せん断ひずみを測定するよりも曲げ・圧縮ひずみを測定する方が精度がよいことを明らかにし、輪重の負荷位置と精度の関係を明らかにした。搬器に減衰装置を装着

して動特性を向上させる方法について研究し、振り子式、傾斜振り子式を用いる場合のパラメータ調整について理論的に解析した。さらに、発展型の傾斜振り子軌道型球転動式の提案を行い、理論解析及び実験により、その有効性を示した。

- (17) 平成 2 年から平成 11 年度までの索道運転事故事例について調査を行い、データベースを構築し、さらに風による運転事故を抽出して統計的分析を行った。また、風の強い地域の索道施設において風の実態調査を行い、その特徴を統計的に分析した。この結果をもとにランダム風応答シミュレーションを行って搬器のロール角を計算し、技術基準に規定された限界値と比較することにより、当該索道施設における運転限界風速を算出することに成功した。さらに、空力的に搬器の耐風性を向上させる付属物としてフェアリングとウイングについて模型実験と解析を行った結果、下面に取り付けたフェアリング、半楕円ウイングについて顕著な効果があることがわかった。
- (18) 索輪荷重 (垂直荷重) を測定する場合、横力による干渉及びロープと索輪の接触位置変化による影響について検証するための実験を行い、誤差 10% 未満で測定できる横力の値等を把握した。実際の索道施設 (4 人乗り自動循環式チャアリフト) を用いて、搬器が索輪を通過する際の動的な荷重を測定し、その傾向をつかんだ。
- (10) 鋼索鉄道 (ケーブルカー) のロープが切断したときなどにかかる自動緊急ブレーキの新方法について実機を用いて安全性の検討を行った。また、新しいロープ式の都市交通システムなどに用いられ始めたフラット型ロープについて、騒音などの点では優れているが、耐久性について未検討の部分もあるため、疲労実験などを行って、改善点の抽出などを行った。
- (11) 大規模駅、空港、バスターミナルなどにおいて、一般旅客と高齢者についての移動行動の画像データを収集し、1 歩幅の移動時間の違いによる分析方法の妥当性を考察した結果、高齢者においては次の 1 歩幅に移る時、行動がしばらく停止する場合が散見され、更なる分的方法の検討が必要ながわかった。また、動く歩道、エスカレータなどの移動媒体での乗り降りについて検討した。

(12) H12 年度に製作した太陽直下の順応条件を再現できる実験装置に有効視野範囲測定機能を追加し、順応条件急変時の色の識別閾値と有効視野範囲を測定した結果、太陽直下から暗黒へ順応条件が急変したとき、色を識別する能力は明所視条件下の 10～30 倍も低下するが、特に赤方向に対する識別能力の低下が著しく、黄方向への識別能力の低下は小さいことが分かった。また、順応条件急変時の有効視野範囲の減少は、刺激光点の光度が低い時ほど著しく、光度が 1.6×10^{-5} cd 程度の時は、明所視条件下より視野範囲(面積)が 50～25% まで減少(特に視野の下側における減少が著しい)するが、光度が 5.2×10^{-5} cd まで上昇すると、有効視野範囲の減少は 80%程度で収まる。これらから、視野の中心から上方向へ全視野の 25%の領域に、彩度の高い黄色で情報を表示することが、順応条件急変時の視認性確保に有利であることがわかった。

(13) 航空機の地上走行の最適経路自動設定プログラムを開発した。これは、管制官の手動指示や航空機の経路逸脱等にも対応できる機能を持つものである。これを用いて、自動化システム導入の効果や誘導システムの構成が運航効率に及ぼす影響等について解析した。また、新たに導入される予定の可変メッセージ型案内灯は点光源選択発光方式となるものと予想されるので、この場合の輝度基準として、面光源方式のものを想定して規定されている従来の輝度基準の適用可能性を、「大気クリア」、「低視程」及び「昼光下」の条件で検討し、必要な輝度レベルやその他の考慮すべき光学的要件を明らかにした。合わせて、パイロットに対するアンケートにより、可変メッセージ型案内灯の有効性及び表示内容等について検討した。さらに、点滅制御方法に関する研究として、誘導路中心線灯やストッパー等の灯火の選択的点灯によって航空機を誘導するシステムについて、要素機器やサブシステムの機能要件及びシステム構成例等について検討・整理した。

(14) 可視光を用いている空港の視覚援助システムに、赤外線を用いて視覚情報を向上させる可能性について検討した。赤外線の利用可能領域としては $5 \mu\text{m}$ 帯域と $10 \mu\text{m}$ 帯域があるが、これまでの研究により $5 \mu\text{m}$ 帯域については限定されたケースでしか視認性の向上が期待で

きないことがわかっているため、 $10 \mu\text{m}$ 帯域の可能性を中心に研究を進めたが、背景からの放射輝度は $10 \mu\text{m}$ 帯域の方が大きく S/N の低下を招く、灯器レンズでの吸収は $10 \mu\text{m}$ 帯域の方が大きく、埋め込み灯火の特にレンズが厚いので大きな減衰が避けられない。などの理由から、単に赤外線を用いるだけでは効果が得られないことがわかった。今後、赤外線、特に $10 \mu\text{m}$ 帯域を活用するには、背景の放射輝度を低減する(S/N 向上)ための画像処理技術、赤外光源のパルス照射に同期して撮像するアクティブ方式観測技術などの開発が必要と考えられる。

(15) 大気中光散乱の可視化に関する研究として、空港灯火の周辺地域への光散乱の分布の解析を行った結果、滑走路及び誘導路灯火の光散乱により空港近辺では数 lx 程度の鉛直面照度になる場合があるが、グレア感をもたらすようなケースは見られなかった。また、霧中での照明灯の光幕による照明効果の低下と視認性へのマイナス効果について調査解析を行った結果、照明灯の指向性や設置位置・角度により照明効果の低下は幾分抑制できることなどがわかった。また、「数値シミュレーションによる霧中におけるマトリクス電光表示板のパターン解析プログラム」、及び「明暗順応等の視覚の時間特性を考慮した動的な模擬視界生成プログラム」の作成を行った。

<受託試験・研究の実施状況>

国、公団、民間等から受託した試験、調査、研究等の実施状況は、次のとおりである。

- 科学技術振興調整費の流動促進研究制度
 - ・ 順応条件が急変する時の視覚機能に関する研究(テーマ(12))
- 空港整備特別会計
 - ・ 航空機の地上走行の視覚誘導システムに関する研究(テーマ(13))
- 自動運転システム(無人運転バス)関係(テーマ(4)関連)
 - ・ 淡路ファームパーク IMTS に関する安全性評価試験及び技術指導
- 鉄道等の電磁界関係(テーマ(3)関連)
 - ・ 中央リニアの「鉄道車両磁場環境」に関する

調査

- ・鉄道車両の磁界測定に関する研究
- 索道関係（テーマ(7,8)関連）
 - ・単線自動循環式普通索道用握索装置 1 型式
 - ・単線固定循環式特殊索道用握索装置 2 型式
- 特殊鉄道関係（テーマ(10)関連）
 - ・鋼索鉄道「帆柱ケーブル」の試験
- （財）地下鉄互助会公益基金
 - ・「ボギー角アクティブ操舵を用いた急曲線台車の研究開発」（テーマ(2)関連）

3.1.3 試験・研究成果の主な発表状況及び行政、産業界、学会等への貢献

試験・研究によって得られた成果は、所内及び所外の学会等において発表を行った。
発表した主な論文の数は、次のとおりである。

所内発表

- ・「交通安全環境研究所報告」... 1
- ・「交通安全環境研究所発表会」... 1 0

所外発表

○国際研究集会等

- ・IEEE International Symposium on Industrial Electronics... 1
- ・3rd International Symposium on Linear Drives for Industry Applications... 1
- ・6th International Symposium on Magnetic Suspension Technology... 2
- ・17th IAVSD Symposium for Dynamics of Vehicles on road and tracks... 2
- ・Mini-symposium on Nonlinear Dynamics in Mechanical Systems... 1
- ・5th International Conference on Railway Bogie And Running Gears... 1
- ・China-Japan EV Joint Conference... 1

○国内学会等

- ・第 8 回鉄道技術連合シンポジウム（J-Rail ' 01）... 6
- ・電気学会 産業応用部門全国大会... 6
- ・電気学会 交通・電気鉄道研究会... 7
- ・電気学会 電磁環境技術研究会... 1
- ・電気学会 リニアドライブ技術委員会 技術報告書... 1
- ・日本機械学会 第 10 回交通・物流部門大会... 2
- ・日本機械学会 第 13 回「電磁力関連のダイナミ

クス」シンポジウム... 1

- ・土木学会平成 13 年度全国大会第 56 回年次学術講演会... 1
- ・日本視覚学会 ... 2
- ・照明学会 全国大会 ... 1
- ・応用物理学会 ... 1
- ・照明学会誌 ... 1
- ・日本 AEM 学会誌... 1
- ・資源・素材関係学協会合同秋季大会 ... 2
- ・「運輸政策研究」（財）運輸政策研究機構論文誌 ... 1
- ・第 31 回安全工学シンポジウム... 1
- ・第 20 回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス... 1
- ・「鉄道と電気技術」... 1
- ・「電磁環境工学情報（EMC）」... 1
- ・第 1 回路面電車（トラム）フォーラム... 1
- ・電気自動車研究会・第 7 回研究発表全国大会... 1
- ・（社）日本ネパール協会第 25 回ネパール研究会... 1
- ・索道技術管理者研修会 ... 2

行政、産業界、学会等への貢献

主な事項は以下のとおり。

- ・国土交通省鉄道局からの依頼に基づき、国際協力事業団(JICA)の短期派遣専門家として、エジプトに赴き、エジプト国鉄の安全性向上、保守体制整備、信号・踏切設備の改善等に関する技術指導を行った。
- ・国土交通省からの要請に基づき、同省による鉄道事故現場における事故調査に 2 回参画し（福島交通及び京福電鉄における列車衝突・脱線事故）、専門的立場から原因究明活動に貢献したほか、警視庁から要請に基づき、旅客のホーム転落死亡事故に関連した意見照会に対し、専門家としての助言を行った。また、警察庁からの依頼に基づき警察大学校に鉄道事故調査に関する講師の派遣を行った。
- ・国土交通省からの緊急な要請に基づき、自動車の HID ランプ前照灯が踏切障害物検知装置に与える影響について検討した。
- ・国土交通省九州運輸局からの要請に基づき、鋼索鉄道の運輸開始前に機能確認試験を行い、中立的立場から安全性について評価を行った。
- ・無人運転バス、索道、特殊鉄道などの新システムの導入に際しての安全性評価、新システムで

の電磁環境評価など、行政及び産業界からの要請に基づき、これまでに蓄積した専門的ノウハウを活用して測定、試験等を行い、これらのシステムの実用化促進に貢献した。

- ・ IEC(国際電気標準会議)TC9(鉄道関係の技術委員会)WG39(無人自動運転の標準化)の座長等として国際委員会に出席し、日本側の標準化に関する考えを考慮した規格作成に努力した。
- ・ ICAO(国際民間航空機構)の空港視覚援助施設等に関する国際会議(ICA0/VAP/WG)に我が国を代表する専門家として出席し、先進型地上走行誘導管制システム(A-SMGCS)に係る研究の現状を報告した。
- ・ 電気学会主催、日本機械学会・土木学会共催、国土交通省後援の鉄道技術連合シンポジウム(J-Rail 2001)の開催に当たり、実行委員長、事務局等を努め、同シンポジウム初の地方開催を成功させ、産学官連携の推進に貢献した。また、2003 年開催予定の鉄道技術国際シンポジウム(STECH'03)の実行委員長、事務局等、さらにIAVSD 車両運動国際シンポジウムの組織委員を努め、これらシンポジウムの2年後の日本開催に向けて活動するなど、産学官の連携及び国際交流に貢献した。
- ・ 国土交通省、公団、財団法人、各種協会等の主催する鉄道、索道、航空及び新しい交通システムなどに関する委員会、検討会、研究会に要請に応じて参加し、中立公正な専門家としての立場から、これまで蓄積した研究成果等の知見を基に積極的に活動した。
- ・ 電気学会、日本機械学会、土木学会、照明学会、日本光学会等の学術団体の主催する委員会、研究会等に、要請または自発的に参加し、専門家としてこれまで蓄積した知見を基に積極的に活動し、学会等の活動に貢献するとともに自らを研鑽した。
- ・ 東京大学、東京電機大学、芝浦工業大学等の大学の教官及び学生と研究等に関わる意見・情報交換等を積極的に行い、それぞれの立場から相互に研鑽し、研究の発展、深度化に努めた。

3.1.4 試験・研究設備，施設の整備状況

平成 13 年度に整備した主な試験・研究設備，施設は、次のとおりである。

- ・ 交流磁界測定装置

- ・ 低視程実験棟
- ・ イベント発生システム
- ・ 実験用 LED 方式小型表示板
- ・ 有効視野範囲測定装置

3.2 研究課題別実施状況

3.2.1 事故の原因究明

鉄道の事故防止に関する基礎的研究

松本 陽

水間 毅，佐藤 安弘

大野 寛之

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 16 年 3 月

1. 目的

鉄道における事故防止に資する新しい技術について、評価するための基礎資料を得る。また、従来は、事故発生後にその事故原因に基づき個別的对策を施して安全性の向上を図っていたが、鉄道システム全体の安全性を、事故事例の定量的分析、事故に至る確率等の計算を通じて定量的に評価する手法を確立するための基礎資料を得る。

2. 試験研究概要

(1) 簡易型列車衝突防止システムに関する研究

ローカル線区への導入を目的として、低廉で簡便な列車衝突防止システムの研究を行う。

(2) 鉄道事故の分析手法に関する研究

事故やインシデントの事例調査とともに、重大事故または特異な事故が発生した場合は必要に応じて調査・解析を行い、事故分析・事故予測手法に関する基礎的研究を行う。

3. 成果概要

○簡易型列車衝突防止システムに関する研究（水間 毅）

当研究所において開発した、特定省電力無線を使用し、赤信号を冒進した時に、それを検知して、運転士に警報を出力する簡易型列車冒進警報システムについて、その実用性の検証を実線区で行い、機能の有効性を確認すると共に、その動作の信頼性を確認した。その結果、同システムをATSが設置されていない単線すれ違い部に導入することにより、列車衝突防止に大きな効果があることを示した。また、特定省電力無線が鉄道に利用できる範囲について、実験を通してある程度明確にすることができた。

○鉄道事故の分析手法に関する研究（松本 陽）

平成 13 年 4 月発生の福島交通における列車脱線事故，同年 6 月発生の京福電鉄における列車正面衝突事故等の重大事故について，現地調査等を行い，事故原因の究明を行った．また，最近 2 年間に発生した重大事故の特徴について分析し，単行列車・単ユニット列車におけるブレーキ等の多重系化・フェイル・セーフ化の重要性を再認識した．

3.2.2 事故防止策の究明

電磁技術を利用した電気鉄道の技術評価に関する研究

水間 毅

佐藤 安弘，大野寛之

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 17 年 3 月

1. 目 的

リニアモータ，磁気ネイル，磁石ベルト等の電磁現象を利用した新しい鉄道システムの開発が進んでおり，これらの新技術に関する安全性評価手法等を検討する．また，こうしたシステムから放射される電磁界が他の機器へ及ぼす影響や耐性を測定，国際標準との関係において調査し，日本に相応しい EMC 標準に関する検討を行う．

2. 試験研究概要

リニアモータの制御方式，構成方法，高効率化について検討するとともに，リニアモータを使用した鉄道システムの技術評価に関する検討を行う．また，超電導技術の鉄道への応用に関する検討を行い，磁気浮上式鉄道への応用に関する安全性評価手法を検討するとともに，新しい超電導技術の鉄道への応用に関する技術評価手法の検討を行う．さらに，鉄道に関する電磁界の国際基準に関する調査を行い，実測定を通した結果を基に，日本に相応しい電磁界基準を検討する．

3. 成果概要

○リニアモータ関連技術の評価手法の検討（水間毅）

リニアモータを利用して駆動し，空気により浮上するシステムの安全性評価手法を検討し，実車両による検証を，電気ブレーキについて実施した．その結果，速度検出器の精度により停止精度や勾配部での停止安定度が異なり，速度検出器の信頼性の評価手法を確立させた．また，リニアモータを使用しつつ，案内を非接触で行う方法についての基礎検討を行った．一方で，永久磁石を位置検知に利用し，その情報を基に自動運転させるシス

テムについて，その自動運転，位置検知法の評価に関する検討を行い，運転のフェールセーフ性を確保する構成法を確立させた．また，永久磁石を検知する精度に関する検討を行い，自動運転に関する安全性確保のための制約条件を整理した．

○超電導関連技術の評価手法に関する検討（水間毅）

高温超電導技術を鉄道に応用する方式として，電力蓄勢装置を検討し，現状の高温超電導材料により実現できる電力蓄勢装置と，バッテリーやスーパーキャパシティによる電力蓄勢装置の性能について，概略設計により比較した結果，現状の高温超電導材料では，鉄道負荷の急変に追従性が悪く，路面電車等の低圧き電システムでは，スーパーキャパシティを利用の方がコストは安いと結論された．但し，負荷の急変動に追従可能になれば，高温超電導材料による電力蓄勢装置の方が効率は高くなるので今後の材料開発が期待されることを示した．

○電磁界の基準に関する調査（佐藤安弘）

文献による調査と国際規格委員会への参加による情報収集，資料提供を行った．鉄道の EMC(電磁的両立性)に関する規格が国際的に審議され，限度値が定められようとしているが，これらの値はヨーロッパの鉄道を基本に提案されており，日本の事情が考慮されていないことより，日本側もこれまで当研究所で収集してきた電磁界測定データ，測定法等を逆提案し，審議を行っている．その結果，ある程度，日本側の事情も考慮されている規格案に変更され，再検討されることになった．

索道搬器の動特性に関する研究

佐藤 久雄

千島 美智男，細川 成之

研究開始時期 平成 6 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

索道では，搬器走行中の線路形状変化あるいは搬器動揺等により搬器荷重が変動し，索輪あるいは走行輪の輪重抜け等が生じ，場合によっては脱索あるいは脱輪に至り，安全な運行に支障をきたすことがある．近年，索道の運転中，これに起因すると考えられる搬器落下事故も報告されている．

本研究では，走行中の搬器の挙動を把握するとともに，搬器動特性を改善することにより，索道運転時における安全性の向上を図ることを目的に実施した．

2．試験研究概要

索道運転時における搬器の挙動を明らかにするために、各種索道における搬器の振動及び動揺の調査・解析を行った。

また、搬器が支柱を通過する際の索輪荷重の測定の可能性について、室内実験設備により予備的検討を行った。

さらに、搬器に減衰装置を装着することにより、搬器動特性の向上を図る方法について、基礎的な検討を行った。

3．成果概要

○各種索道における搬器の振動及び動揺の解析（千島美智男）

交走式普通索道の2つの施設において、運転速度および荷重条件を変えて走行実験を行い、搬器の振動および動揺に関するデータの収集を行った。さらに、このデータに関して解析を行い、支柱通過時における運転速度と搬器の振動・動揺との関係、荷重条件と搬器の振動・動揺との関係を明らかにした。

また、単線自動循環式の2つの施設において、運転速度および荷重条件を変えて走行実験を行い、搬器の振動および動揺に関するデータの収集を行った。さらに、このデータに関して解析を行い、圧索支柱および受索支柱通過時における運転速度と搬器の振動・動揺との関係、荷重条件と搬器の振動・動揺との関係を明らかにした。

○搬器の支柱通過時における索輪荷重の測定方法に関する検討（細川成之）

搬器の支柱通過時における索輪の輪重・横力の測定方法として、索輪にひずみゲージを貼付し、曲げおよび圧縮ひずみで測定する方法、および、せん断ひずみで測定する方法について、静的な精度の確認を行った。の方法では、輪重・横力相互の影響も少なく、実用上、ある程度満足すべき範囲にあったが、の方法では、輪重・横力相互の干渉が大きく、実用上はさらに検討が必要であると認められた。

また、測定精度の比較的良かったの方法について、輪重の負荷位置を索輪の幅方向に変位した場合についての精度の確認実験を行い、輪重の負荷位置と測定精度の関係を明らかにした。

平成12年度より、中分類研究項目として、より発展的に研究を行うこととした。

○搬器動特性の向上に関する検討（佐藤久雄）

搬器に減衰装置を装着することにより、搬器動

特性向上の可能性について検討を行った。

まず、搬器に振り子式あるいは傾斜振り子式の減衰装置を装着する場合のパラメーターの調整方法について検討を行い、装置を設計する際のパラメーターの最良同調調整値、最良減衰調整値、および、最良調整時の搬器の最大応答振幅比を求める式を明らかにした。さらに、得られた値を用いて、減衰装置を装着した場合の搬器の定常応答特性を計算することにより、搬器動特性向上の可能性を示した。

次に、この傾斜振り子式減衰装置の発展型のもので、傾斜振り子軌道型球転動式減衰装置の提案を行った。この方式の減衰装置の特徴としては、設計の自由度が大きい、搬器の特性変化時における最適な調整条件への変更調整が容易である等があげられる。

また、この装置を装着する際の最適な同調条件を決定する際に重要となる、この方式の装置の固有振動数を理論的な解析により求め、実験値との比較検討を行った結果、ほぼ妥当な結果の得られていることを確認した。

さらに、本装置の効果の検討を行うために、模型実験を行った。付加質量を大きくする程、また、付加質量の取り付け位置を搬器重心から離す程、減衰効果が大きくなり、質量比 $R=0.1$ 、取り付け位置比 $\gamma=0.25$ の場合には、初期角が2周期程で半減することを確認した。

索道搬器の耐風性向上に関する基礎的研究

佐藤 久雄

千島 美智男、細川 成之

研究開始時期 平成 8 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1．目 的

近年、索道の運転中、突風により、搬器が支柱と衝突、あるいは、脱索して搬落下することにより、乗客が負傷する事故が幾例も報告されている。索道においては、強風時における搬器の耐風性の向上を図り、輸送の安全性および信頼性をより高めることが、極めて重要な技術課題となっている。

本研究では、強風時における搬器の耐風性の向上および安全性の向上を図ることを目的に実施した。

2．試験研究概要

風による索道事故の実態を明らかにするために、風による索道事故の調査・分析を行った。

また、風の強い索道施設における風特性等を明

らかにするために、風特性等の調査・解析を行うとともに、この結果を用いて、強風時における搬器の運転限界風速を決定する方法について検討を行った。

さらに、搬器に空力的付加物を装着することにより搬器の空力的特性を改善し、搬器の耐風性向上を図る方法について、基礎的な検討を行った。

3. 成果概要

○風による索道事故の調査・解析（細川成之）

平成2年度から平成11年度までの索道運転事故事例について調査を行い、この結果を基に、索道の形式、事故等の概要、事故原因および要因等の項目からなるデータベースの構築作業を行った。

また、風による索道運転事故について抽出し、統計的に分析を行った（平成13年度）。風による運転事故件数の割合、風による運転事故の事故内容別割合、風による運転事故の索道種別割合等について分析を行った結果の主なものは、次のとおりである。

風による運転事故件数は、全体の運転事故件数の11%である。

風による運転事故の事故内容別割合は、搬器衝突事故43%、搬器落下事故35%である。

風による運転事故件数は、特殊索道で多く、普通索道の場合の2.8倍であるが、1施設当たりの風による運転事故件数は、逆に、普通索道で多く、特殊索道の場合の5.5倍である。

○風特性等の調査・解析（千島美智男）

通常風の強いと言われている地域における2つの索道施設において、風特性と搬器動揺の調査測定を行った。風向、風速の測定には、超音波風速計を用いて測定を行った。

また、風特性の解析については、風速の変動性を表す「突風率」、風速の振幅領域における分布を表す「風速の確率密度関数」等について行った。特徴的な結果は、次のとおりである。

搬器横方向風速についての突風率の平均値および最大値は、2つの索道施設において、全風速（ベクトル合成風速）についての突風率の値よりも大きな値を示した。

2つの索道施設における風速の確率密度関数は、いずれもほぼ正規分布を示した。

○搬器の運転限界風速に関する検討（佐藤久雄）

風特性の調査・解析結果に基づき、風速の確率密度関数を用いた風応答シミュレーション方法について検討を行った。正規分布に従う風速の確率密度関数を用いた搬器のランダム風応答シミュレ

ーション結果については、測定した風速の確率密度関数に対する近似度に対応した結果が認められた。

このランダム風応答シミュレーションを用いて、風下における搬器の運転限界風速を決定する方法について、提案と検討を行った。この方法は、風速を変えて搬器のランダム風応答シミュレーションを繰り返し、その結果から風速と搬器の最大ロール角の関係を求め、この結果から、技術基準に規定された限界角に対応する風速を「運転限界風速」として算出するものである。この方法を用いて、2つの索道施設における「運転限界風速」の検討結果を示した。

○空力的方法による耐風性向上に関する検討（佐藤久雄）

搬器に空力付加物を装着することによる搬器の耐風性向上の可能性について、風洞実験により検討を行った。

まず、代表的な単線自動循環式索道の実搬器に相似な空力模型搬器を製作するとともに、その空力特性を解析した結果、実搬器と相似な特性であることを確認した。

次に、空力付加物として可変フェアリングを製作し、フェアリングの取り付け位置、取り付け角度を変えた場合の空力的効果について検討を行った。また、空力付加物として、3種類のウィングを製作し、その空力的効果について検討を行った。さらに、良好な結果の得られたものについて、風向の範囲をより広げた場合について検討を行った。

主な結果は、次のとおりである。

フェアリングを上面のみに取り付けた場合では、ローリングモーメントが増加し、フェアリング装着の効果が認められなかったが、フェアリングを下面のみに取り付けた場合では、ローリングモーメントが最大で約32%減少し、顕著な効果が認められた。

フェアリングを上面及び下面に取り付けた場合では、ローリングモーメントは、フェアリングを上面及び下面それぞれ別々に取り付けた場合の結果の和に近い効果が認められた。

平板ウィングおよび楕円ウィングを搬器に装着した場合には、その効果はほとんど認められなかったが、半楕円ウィングを搬器に装着した場合には、ローリングモーメントが最大で約21%減少し、顕著な効果が認められた。

索道用受索装置における索輪荷重の測定方法に関

する基礎的研究

佐藤 久雄

細川 成之, 千島 美智男

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目 的

索道では、これまで脱索事故防止対策として、ロープが索輪から脱索した後にロープを支柱上に保持する装置や脱索防止対策などについての検討は行われてきたが、脱索の原因究明につながる索輪の荷重変動の測定についてはほとんど行われていないのが現状である。索道の安全な運行を図るためには、脱索現象について十分に把握する必要があり、そのために不可欠な技術的課題の一つとして、実際の施設において使用可能な索輪荷重の測定方法について検討を行う。

2. 試験研究概要

平成 12, 13 年度は、索輪に作用する垂直方向荷重について、実際の施設で使用可能な測定方法についての検討を行うとともに、室内の実験装置により静的及び動的な特性の確認を行った。また、実際の施設において垂直方向荷重の動的な測定実験を行った。平成 14 年度以降は、索輪に作用する垂直方向及び水平方向荷重について動的にしかもそれぞれが干渉なく測定する方法について検討し実験により確認する。

3. 成果概要

○ 索輪荷重の測定方法に関する研究（細川成之）

本年度は、索輪の圧縮ひずみを用いて輪重を測定する方法について、索輪に横方向荷重が負荷された場合及び索輪とロープ接触位置が変化した場合における測定誤差について検討を行った。実験では、索輪に一定の輪重を負荷した状態で横力を段階的に負荷し、各荷重条件における輪重の測定誤差を求めた。また、輪重を負荷する位置については、索輪の中央 ($\Delta = 0 \text{ mm}$) だけでなく、輪重負荷用の加圧子が索輪のフランジ部と最も接近する位置である $\Delta = \pm 20 \text{ mm}$ と索輪中央から $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$ の位置で実験を行った。脱索限界荷重（供試索輪における脱索時の輪重と横力の値）付近についてみると、 $\Delta = 0 \text{ mm}$ において、横力の干渉が少なく輪重の測定誤差が 10% 未満であったのは、主に横力が 3400N 以下の場合であった。同様に、輪重の測定誤差が 10% 未満となるのは、それぞれ、 $\Delta = +10 \text{ mm}$ では横力が 3400N 以下、 $\Delta = +20 \text{ mm}$ で横力が 3100N 以下、 $\Delta = -10 \text{ mm}$ では横力が 3100N 以下、 $\Delta = -$

20mm では横力が 2700N 以下の場合であった。以上の結果から、輪重の測定に関しては、脱索限界荷重付近において、横力による干渉が少なく誤差 10% 未満で測定できる荷重範囲は、横力が 2700N 以下の場合であった。

○ 索輪荷重の動的な測定及び安全確保に関する研究（細川成之）

本年度は、4 人乗り単線自動循環式特殊索道施設で行った索輪荷重の測定実験について、その測定結果の解析を行った。索輪荷重の測定実験については、一般に使用されている索輪に索輪荷重測定用のひずみゲージ及びデータ送信用のテレメータ装置等を取付け、交通研内で荷重とゲージ出力の較正をしたものを使用した。実験条件としては、受索輪及び圧索輪において搬器の運転速度は 2m/s と 4m/s の 2 種類、荷重条件は空車搬器と満車搬器の 2 種類とした。実験結果については以下の通りである。

受索輪では、搬器が受索輪を通過する時に輪重が最も大きくなる傾向を示した。また、満車搬器と空車搬器では、満車搬器の方が索輪を通過する際の輪重が大きく測定される結果となった。

輪重は、空車搬器及び満車搬器ともに索輪通過の前後において緩やかに変動する傾向を示した。

次に圧索輪では、搬器が索輪を通過する際に輪重が増大する傾向がみられ、これは満車搬器の場合に顕著であった。また、空車搬器の場合には索輪通過時の輪重の増加は少ないものの全体的に比較的大きな荷重の変動がみられた。一方で満車搬器の場合では、索輪通過時において輪重の著しい増加が見られた。

詳細については現在解析中である。

視覚援助システムへの赤外線の利用に関する研究

豊福 芳典

青木 義郎

研究開始時期 平成 11 年 4 月

研究終了時期 平成 13 年 3 月

1. 目 的

霧、煙等で視程不良の際の航空機の着陸や空港面地上走行時に、視覚援助システムとして、可視光より波長の長い赤外線等を使えば、より多くの視界情報を得ることができると期待される。本研究は、赤外線を用いた視覚援助システムの限界と最も有効な活用方法を明らかにし、もって新たな視覚援助システムの開発と航空の安全向上に寄与することを目的とする。

2. 試験研究概要

赤外線の利用可能帯域としては、大気透過率が高く一般に大気の窓と言われる $3\sim 5\mu\text{m}$ 帯域（以下、「 $5\mu\text{m}$ 帯域」という）と $8\sim 12\mu\text{m}$ 帯域（以下、「 $10\mu\text{m}$ 帯域」という）がある。これまでの研究から、 $5\mu\text{m}$ 帯域を利用した場合、可視光の目視に比べて視認距離が伸びて有効なのは、霧より粒径の小さな煙、もやなどの媒質中の場合並びに観測対象として滑走路警戒灯等のようにレンズ厚さの薄い地上型灯火の場合及び自身が可視光発光体でなく高温となるジェットブラスト、車両エンジン部分、摩擦で高温となったタイヤ等（ $5\mu\text{m}$ 帯域赤外線放射量が多い）の場合などに限定されることが分かっている。

本研究では、大気の窓の両帯域の波長の違いが視覚援助システムとしての視認距離に及ぼす影響について検討する。

そのため、Mie 理論に基づく数値シミュレーションと CG 画像化手法により、大気中の微粒子による光散乱や吸収を考慮して、輝度コントラストの減衰傾向に対する波長や粒径の影響の理論的解析を行う。

また、航空機の空港面地上走行において、誘導情報を与える上で最も有効と思われる誘導路中心線灯等の埋込型灯火に赤外線放射源として利用しやすい特性を持たせる工夫などの、赤外線利用視覚援助システムの有効範囲拡大方策について検討する。

3. 成果概要

(1) Mie 理論に基づく理論解析から、粒径 $6\mu\text{m}$ 程度の霧に対するシミュレーション計算では、 $10\mu\text{m}$ 帯域のコントラストの低下傾向は $5\mu\text{m}$ 帯域よりやや小さくなるが、主に次の理由から視覚援助システムの視認距離として必ずしも有利にならないことが分かった。

(2) 常温においてはあらゆる物体の $10\mu\text{m}$ 帯域の放射量も大きいため、結果として背景放射輝度が増大し S/N 比の低下を招くこと、灯火の分光放射輝度が $10\mu\text{m}$ 帯域の方が小さいこと、灯器レンズでの吸収が $10\mu\text{m}$ 帯域の方が $5\mu\text{m}$ 帯域より大きいこと、感度や空間分解能などの赤外線受光素子の性能が現時点では $10\mu\text{m}$ 感度帯域素子の方が劣ること。

(3) このことは、数値シミュレーションの CG 画像化によっても確認された。

(4) さらに、最も有効と思われる埋込型灯火の赤外線による検知距離拡大のため、埋込型灯火の赤外

線放射量増大について検討した。

(5) 埋込型灯火は誘導路に埋め込まれ、航空機がその上を通過走行するため、レンズガラスが 20mm 程度と極めて厚く大部分の赤外線を吸収してしまい、フィラメントから放射される赤外線減衰の主要因になっているが、これを薄くすることが強度上困難と思われること、また、赤外線透過率の高い素材でこのレンズを形成するには高価となりすぎることで、などの構造上の事情から埋込型灯火の赤外放射量増大は困難であると考えられた。

(6) このほかの方策として、特に、 $10\mu\text{m}$ 帯域を使用する場合の背景放射輝度低減（S/N 向上）のための画像処理技術による方法、赤外光源のパルス照射に同期撮像するアクティブ方式観測技術により高次散乱成分を排除する方法などを考察したが、さらに基礎技術、基礎データの蓄積が必要と考えられた。

大気光学特性や視覚特性を考慮した模擬視界生成に関する研究

青木 義郎

豊福 芳典、塚田 由紀

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 継続中

1. 目的

屋外の観測者が知覚・認識するビジュアル情報は、大気の混濁や知覚特性の加齢変化により劣化し、航空機事故等の交通事故に影響することが多い。これらの解析を、自然条件下で種々の条件について被験者実験を行うことは困難であり、十分な解析がなされていないのが現状である。この研究では、視覚特性や大気特性を考慮した模擬視界生成方法の検討を行うとともに、それによる各種視覚援助施設の評価を実施する。

2. 試験研究概要

大気特性並びに視覚特性を考慮した、高精度かつ高速な模擬視界生成手法の開発を目指す。また、模擬視界生成により種々の視環境について解析評価を行い、新しい視覚援助施設の検討や従来施設の改善方法について検討を行う。

3. 成果概要

○大気中光散乱の可視化に関する研究（青木義郎）

(1) 周辺地域への空港灯火による光散乱の分布の解析を行った。その結果、滑走路及び誘導路灯火の光散乱により空港近辺では数 lx 程度の鉛直面照度になる場合があるが、グレア感をもたらすようなケースは見られなかった。

(2) 霧中での照明灯による光幕の解析を行い、大気混濁による照明効果の低下と視認性へのマイナス効果について調査解析を行った。照明灯の指向性や設置位置・角度により照明効果の低下は幾分抑制できることなどがわかった。

(3) 数値シミュレーションによる霧中におけるマトリクス電光表示板のパターン解析プログラムの作成を行った。

○ 知覚・認知特性から見た共生条件（青木義郎）
 明暗順応等の視覚の時間特性を考慮した動的な模擬視界生成プログラムの作成を行った。

順応条件が急変する時の視覚機能に関する研究

塚田 由紀

豊福 芳典，青木 義郎

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

航空機が太陽直下から雲中に入るとき、計器類や視界の確認を誤り、事故をおこした事例がある。このように順応している明るさの条件が急変する時の視認性の低下が大惨事を招く可能性があるため、こうした場合の視覚特性の解明、対処策の検討が必要である。

本研究では、順応条件の急変時における視覚機能に関する基礎的データを提供することにより、操縦士への教示、視覚援助施設の開発等に資することを目的とする。

2. 試験研究概要

飛行中の視環境に関する情報を収集し、これを基に太陽直下の順応条件を再現できる実験装置の設計・作成を行い、順応条件急変時の視覚特性（コントラスト感度、色の見え、有効視野範囲等）の測定を行う。

3. 成果概要

平成 12 年度に製作した可変順応ブースに有効視野範囲測定機能を追加し、順応条件急変時の色の識別閾値と有効視野範囲を測定した。その結果、太陽直下から暗黒へ順応条件が急変したとき、色を識別する能力は明所視条件下の 10～30 倍も低下し、白と区別できない（無彩色に見える）色度範囲が広がることが分かった。特に赤方向に対する識別能力の低下が著しく、黄方向への識別能力の低下は小さかった。

また、順応条件急変時の有効視野範囲は、刺激光点の光度が 1.6×10^{-5} cd 程度では、明所視条件下より視野範囲(面積)が 50～25%まで減少すること

が分かった。特に視野の下側における減少が著しい傾向がみられた。しかし、刺激光点の光度が 5.2×10^{-5} cd まで上昇すると、有効視野範囲の減少は 80%程度であった。これより、視野の中心から上方向へ全視野の 25%の領域に、彩度の高い黄色で情報を表示することが、順応条件急変時にも視認性に有利であることが考察された。

中央リニアの「鉄道車両磁場環境」に関する調査

水間 毅

佐藤 安弘，大野 寛之

松本 陽

研究開始時期 平成 13 年 10 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

超電導磁気浮上式鉄道から放射される磁界を在来鉄道から放射される磁界と比較し、どのような特色を有しているかを調査し、また、国際規格に比してどのレベルにあるか等を実測定や文献収集を通して検討する。その上で、超電導磁気浮上式鉄道からの磁界が在来鉄道と同様であり、国際規格にも適合していることを示す。

2. 試験研究概要

鉄道と磁界の関係に関して、EMC(電磁的両立性)の観点から調査し、放射については実路線を対象に、磁界測定を行い把握することとし、耐性については、メーカーによるヒアリングを中心に把握することとした。また、現在、規定されているまたは、審議中の規格について委員会等を通じて把握し、今回得られたデータがこうした規格に適合しているか等について検討する。その上で、超電導磁気浮上式鉄道からの磁界が在来鉄道からの磁界と同様であり、国際規格にも準拠していることを示す。

3. 成果概要

在来鉄道からの磁界放射の実体については、直流き電区間（高速走行線区、通勤線区）、交流き電区間（高速走行線区）、非電化区間、新幹線鉄道を対象に、車内、駅部 ホーム部において測定を実施した。測定方法は、交流磁界を精密に測定するサーチコイル方式、大きな直流と小さな交流が重畳した磁界を測定するのに適したフラックスゲート方式により行い、直流磁界、交流磁界に分けて整理した。その結果、直流き電方式の車両では直流磁界が最大となり、交流き電方式の車両では商用周波数(60Hz)磁界が最大であることがわかった。また、VVVF インバータを利用した車両では、イ

ンバータの制御周波数である0～数10Hzの交流磁界が誘起されることが確認されたが、直流磁界や商用周波数磁界に比しては十分小さいことが確認された。鉄道車両の耐性についてはメーカにより考え方は若干異なるものの、国際規格に対応する体制は整えられており、規格に準拠できる技術があることは確認された。一方、こうした鉄道車両からの磁界のうち放射については、審議中の国際規格がヨーロッパの鉄道の放射実体をベースとして作成されており、今回の測定を通して、日本の事情を考慮する提案を行っているところであるが、人体影響に関する指針値に対しては、十分余裕があるレベルであることを確認した。耐性については、ほぼ問題ないと考えられるが、国内規格をどのように規定していくかは今後の課題である。在来鉄道からの磁界放射実態調査、鉄道車両機器の耐性実態の調査を通して、超電導磁気浮上式鉄道車両からの磁界と比較すると、磁界放射については、超電導方式では直流磁界が中心となるが、値は、直流き電方式での値とほぼ同程度であることが確認された。耐性についても在来の車載機器と同様の考えで設計されており問題ないと判断された。以上のことより、超電導磁気浮上式鉄道からの磁界は在来鉄道からの磁界に比して特に大きな差異は見られず、顕著な値が見られなかったことを確認した。また、人体影響に関する国際指針については、現段階では十分余裕のあるレベルであることが確認された。

鉄道車両の磁界測定に関する研究

水間 毅
大野 寛之

研究開始時期 平成14年2月

研究終了時期 平成14年3月

1. 目的

鉄道車両が発生する磁界について、その磁界放射の特徴を整理し、各種磁界測定方法を調査することにより、現状の測定器の問題点を抽出して、鉄道車両に適した磁界測定方法を提案する。

2. 試験研究概要

鉄道車両が発生する磁界について、直流き電方式と交流き電方式に分けて特徴を整理し、こうした磁界を測定するのに相応しい測定器の測定範囲（磁束密度、周波数）を決定する。さらに、現状において、適していると思われる測定器について、磁界測定等を通じて妥当性を検討する。その上で、鉄道から発生する磁界を測定するに相応しい測定

器の仕様について検討する。

3. 成果概要

直流き電方式において、直流モータで車両を駆動する場合は、架線から車載機器を通してレールに流れる直流電流から誘起される磁界が主に放射される。また、コイルやシールドされていないケーブルがある場合は、そこを流れる直流電流からの磁界が支配的になる。チョップ制御を行っている場合は、チョップ周波数に同期した交流磁界が重畳される。交流モータで車両を駆動する場合は、直流電流からの直流磁界の他にVVVFインバータを流れる交流電流やスイッチングによる交流磁界が放射される。この交流磁界は、インバータの制御周波数に同期した可変周波数磁界とスイッチング周波数に同期した交流磁界から構成される。交流き電方式においては、商用周波数の交流電流が架線・車載機器・レールと流れることにより誘起される磁界が主に放射される。直流モータで車両を駆動する場合は、交流を直流に整流することによる高調波電流に伴う交流磁界とともに、整流後の直流電流からの直流磁界が重畳される。交流モータで車両を駆動する場合は、交流をコンバータにより直流に変換し、さらに直流をインバータにより交流に変換する際に生ずる高調波電流に伴う交流磁界が重畳することになる。これらの交流磁界は、直流き電方式の交流モータから生ずる磁界と同様である。こうした鉄道からの磁界を測定するには、分布形状が複雑なため、小型なセンサが要求される。センサとしては、磁束密度が1nT～1mT程度、周波数範囲が、直流～数10kHzに対応できるものが要求されるが、現状の測定器でこれをカバーできるものはない。交流磁界を精密に測定可能な測定方式としてサーチコイル式のものがあるが、鉄道に適用する際には低周波領域における測定精度の向上が必要である。

鋼索鉄道「帆柱ケーブル」の試験

佐藤 久雄
千島 美智男 細川 成之

研究開始時期 平成13年4月

研究終了時期 平成14年3月

1. 目的

帆柱ケーブル株式会社が建設した、鋼索鉄道「帆柱ケーブル」についてブレーキ試験を行い、各制動装置の機能と車両の振動・動揺が車両の走行に支障ないことを確認する。

2. 試験研究概要

鋼索鉄道「帆柱ケーブル」について、最高運転速度（5m/s）の自動運転より各制動をそれぞれ動作させ、停止距離、車両の振動・動揺を測定し、その結果より各制動装置が所定の機能を有しているかの検討及び車両の振動・動揺が車両の走行に支障がないことを確認する。

3. 成果概要

○鋼索鉄道「帆柱ケーブル」の試験（千島美智男）
鋼索鉄道「帆柱ケーブル」で実施した、ブレーキ試験の結果概要は以下のとおりである。

(1) 非常停止について

非常停止の試験は、最急こう配、分岐部及び最緩こう配において行った。荷重条件については、2両ともに空車を基本とし、制動条件が一番厳しい片側車両が満車で片側車両が空車においても行った。

各条件での減速度のうち最大の値は 3.2m/s^2 であり、荷重条件が測定車両及び対向車両ともに空車、測定車両空車、対向車両満車時の測定車両下り方向の最緩こう配での値であった。

また、各条件での平均減速度のうち最大の値は、 1.90m/s^2 であり、荷重条件が測定車両満車、対向車両空車時の測定車両上り方向の最急こう配での値であった。

減速度については、最緩こう配での値が最急こう配及び分岐部に比較して大きい傾向にあった。

各条件での振動加速度については、上下方向振動加速のうち最大の値は 1.4m/s^2 であり、左右方向振動加速度はいずれの条件においても 0.5m/s^2 未満の微小な値であった。

車両の振れ角については、各条件での車両の振れ角のうち、ピッチング角で最大の値は 1.0 度であり、ローリング角は 0.8 度であった。また、ヨーイング角はいずれの条件においても 0.5 度未満の微小な値であった。

非常停止では、制動後に車両が前後方向に大きく揺れ戻されており、特に、最緩こう配での試験において上り方向車両が満車で下り方向車両が空車の時が顕著であった。この時の揺れ戻しによる加速度の最大値は、制動開始直後の減速度の 170% 程度まで増大する傾向が認められ、加速及び減速を繰り返したのち徐々に減衰した。

また、最緩こう配においては、車両の揺れ戻しの際にロープと軌道との接触が確認された。

(2) 常用停止について

常用停止は、最急こう配において測定車両、対向車両ともに空車で試験のみ実施した。常用停

止時における停止距離は 34.53m であった。また、減速度の最大値は 0.7m/s^2 であり平均減速度は 0.36m/s^2 であった。

左右方向振動加速度及び上下方向振動加速度はいずれも 0.5 度未満の微小な値であった。車両の振れ角については、ローリング角の最大値は 0.5 度であり、ヨーイング角及びピッチング角はいずれも 0.5 度未満の微小な値であった。

(3) 留置ブレーキ動作について

留置ブレーキの試験は、最急こう配部である山上ホームにおいて、ロープ張力をゼロとした状態で車両の挙動について観察を行った。その結果、車両の転動は認められなかった。

(4) 自動ブレーキ停止について

自動ブレーキ停止の試験は、ロープを接続した状態で最急こう配、分岐部及び最緩こう配の3カ所において行った。

荷重条件及び測定車両の進行方向については、非常停止での検討結果から下り車両満車で上り車両空車が荷重条件としては一番厳しい条件であること等から、測定車両が満車で対向車両が空車測定車両下り方向で行った。各条件での制動初速度は 5m/s である。

停止距離については、各条件での最大の値は 8.04m であった。

減速度については、各条件での最大の値は、 8.1m/s^2 であり、平均減速度については、各条件での最大の値は 3.57m/s^2 であった。

振動加速度については、各荷条件での上下方向振動加速度の最大の値は 2.5m/s^2 であり、左右方向振動加速度の最大の値は 0.5m/s^2 であった。

車両の振れ角については、各条件でのヨーイング角及びピッチング角での最大の値は、いずれも 1.0 度であり、ローリング角は 0.5 度未満の微小な値であった。

以上の結果より、各制動装置の停止距離は設計値以内にあること等から、所定の制動力を有していることが確認された。また、車両の振動・動揺についても車両の走行に支障ない事が確認された。

索道用握索装置の試験

佐藤 久雄

千島 美智男 細川 成之

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

握索装置の試験については、索道事業者が、所

管の地方運輸局に工事施工認可申請をする際に、その成績書が必要な書類のひとつとなっている。試験は、各索道メーカーからの申請に基づき、新たに使用する予定の握索装置について、所定の機能を有することを確認するために実施する。

2. 試験研究概要

握索装置を所定の握索力で索道握索装置試験施設に取り付け、耐滑動力試験を行う。また、耐荷重試験、その他の機能に関する試験を行う。

3. 成果概要

○ 索道用握索装置の試験（千島美智男）

単線自動循環式普通索道用握索装置 1 型式及び単線固定循環式特殊索道用握索装置 2 型式について試験を実施した。その結果、3 型式ともに握索装置としての機能を有していることを確認した。

3.2.3 都市交通システムの機能向上

ライトレール・システムの高度化に関する研究

松本 陽

水間 毅，佐藤 安弘

大野 寛之

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 15 年 3 月

1. 目 的

ライトレールシステムは、アクセス性がよく高齢化社会に最適であり、建設費、環境にも優れた新しい都市交通システムとして欧米を中心に普及しつつあるが、日本においても、実状に適した導入が必要とされている。従って、日本に適した、架線レス、走行システムの高度化、運行システムの高度化が実現されるライトレールシステムの研究を実施して、現状の路面電車のライトレール化を促進させ、高齢化社会対応、移動制約者保護の観点からの、優れたシステムを供する。

2. 試験研究概要

- (1) LRT 車両の走行シミュレーションにより、エネルギー、環境影響、走行ダイナミクス等を総合評価可能なシミュレータを開発する。
- (2) バッテリー駆動、ハイブリッド方式等各種の架線レス走行システムの LRT への適用性を検討し、その可能性を評価する。
- (3) 独立回転台車、1 軸台車等都市内交通用台車の LRT への適用性を実験装置等により検討する。
- (4) 運行システムの技術を調査し、それらを総合的に評価可能なシミュレータを開発して日本におい

て相応しい運行システムについて検討する。

3. 成果概要

○ LRT システム評価シミュレータの開発（水間毅）

地図上に路線を設定し、その路線を走行する車両の特性を入力して、走行をシミュレートするシミュレータに簡易 3 次元表示機能と路線の勾配設定機能を付加した。これにより、架線レス LRT 等が実用化された場合の景観の評価や、より実際に近い路線の設定が可能となった。このシミュレータにより、LRT や他の新交通システムが同一路線を走行した場合の、平均速度や電力消費量の比較、評価が可能であるが、今回の機能拡張により、シミュレーション結果の精度が向上し、景観という新しい項目に関する評価が可能となった。

○ 架線レス・ライトレールシステムの研究（大野寛之）

ライトレールシステムへの適用も考えられる大容量ウルトラキャパシター及び燃料電池システムについて調査し資料を収集した。また、中国において実用化されている市街地において架線を離れて運行を行うトロリーバスの運行実績、及びイタリアで実証走行を行っている地中集電システムのバス技術について調査を行った。

○ 走行システムの高度化と適用性に関する研究（松本 陽）

これまで、台車試験設備等を用いて研究を行ってきた「一軸台車」、「後輪独立回転台車」などについて、LRT 車両等の都市交通システムに適用する方法について考察した。

○ 運行システムの高度化と適用性に関する研究（佐藤安弘）

道路上を LRT 及び路面電車がその性能により、交通信号機の現示に従って走行し、その間の運転時間と乗客の混雑率等を計算できるシミュレーションモデルを平成 12 年度に開発し、平成 13 年度に各種シミュレーションを行った結果、GPS（衛星通信）を利用した電車優先信号システムが機能面及び簡易性の面から優れていることを明らかにした。さらに、シミュレーション結果に関する検証を行うため、GPS を用いた LRT 信号システムを試作して実際の車両に搭載し、走行実験を行うことにより、運行システムの高度化に関する各種データを取得した。

操舵台車の高度化・知能化に関する研究

松本 陽

佐藤 安弘，大野 寛之

研究開始時期 平成 12 年 4 月

研究終了時期 平成 16 年 3 月

1. 目 的

都市鉄道における保守低減などが可能となる超急曲線から直線高速走行まで対応できる鉄道システム実現のため，操舵台車の運動特性などの研究課題について，実物大試験台車を用いた台上実験やシミュレーションを実施し，新しい知見を得る．

2. 試験研究概要

(1) 2 軸ボギー操舵台車の最適化に関する研究

試験台車を用いた急曲線通過実験等を台車試験機上でを行い，独立回転車輪を用いた操舵台車の最適化について研究する．

(2) 車輪/レール境界の最適化に関する研究

台車の曲線通過性能を向上させ，レールの異常摩耗を減少させることを目的として，車輪踏面とレール頭頂面の潤滑および形状の最適化について研究する．

(3) トラクション・ステアリングに関する研究

左右車輪の回転数やトルクの制御により，車軸をアクティブに操舵する方法等について研究する．

(4) 模型実験装置による実験

1 軸台車の模型実験装置を用いて，ステアリング制御方法，測定方法などに関する基礎的知見を得る．

3. 成果概要

○ 2 軸ボギー操舵台車の最適化に関する研究（佐藤安弘）

都市内鉄軌道用台車試験設備において，曲線走行実験を行うため駆動モータ制御系の補修を行った．併せて同設備の電気系統関係の再点検を実施して非常制動時の制御方法等今後の課題を整理した．このようにして試験機側の準備を進めるとともに，実験条件を検討し，台車の輪軸交換，軸箱支持ゴムの交換など，台車側の実験準備を進めた．

○ 車輪/レール境界の最適化に関する研究（松本陽）

車輪/レールの境界面を摩擦調整材により潤滑した場合の効果を台車試験設備を用いて評価する方法について検討を行い，曲線通過時の旋回性能の向上や曲線抵抗の減少による省エネルギー効果などを検証するための実験方法などについて考察した．

○ トラクション・ステアリングに関する研究（松本陽）

模型実験装置を用いて，左右車輪の回転数差，

またはトルク差によって，「輪軸」を操舵し，左右移動する方法について検討した．実験を行った結果，この方法は左右車輪を駆動するモータを極めて高精度で，ハイレスポンスに制御する必要があり，なめらかな運動制御を実現するためには，更なる改良の必要があることがわかった．

○ 模型実験装置による実験（大野寛之）

模型実験により，台車のステアリングを行うための車輪・レール間の相対位置のリアルタイムセンシングの方法を確立するとともに，輪軸操舵量と車輪・レール間相対位置関係の非線形特性について把握した．

機能を高度化した特殊鉄道の技術評価に関する研究

佐藤 久雄

千島 美智男，細川 成之

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 14 年 3 月

1. 目 的

新しい技術を用いた在来型特殊鉄道の技術評価を行うための評価項目等について検討を行うとともに，新しい方式の特殊鉄道で検討課題となっている低振動型ロープの振動，疲労特性を把握することを目的に実施するものである．

2. 試験研究概要

新しい技術を用いて機能向上を行った，在来型の鋼索鉄道において制動時における車両の振動等の測定を行い，技術評価を行う．また，ロープ駆動式交通システムにおける駆動用ロープの振動等に与える影響及び疲労について室内実験を行う．

3. 成果概要

○ 新しい技術を用いた在来型特殊鉄道の技術評価に関する研究（千島美智男）

速度向上に際し，自動ブレーキ装置をこれまでのリンク機構による機械式から油圧による方式とし，ロープの巻き取りドラムの張力を検出して制動装置を動作させる等の新しい技術を用いた鋼索鉄道の制動装置の技術評価を行うにあたり，試験方法，測定項目等の検討を行った．検討結果の概要は以下のとおりである．

(1) 制動の種別は，非常制動，常用制動，留置ブレーキ及び自動ブレーキ停止の 4 種類とした．

(2) 制動試験を行う位置は，最急こう配部を基本とし，非常制動及び自動ブレーキ停止については，最緩こう配部分岐部においても行うこととした．

(3) 荷重条件は 2 両とも空車を基本とし，非常制動

及び自動ブレーキ停止については制動時の原動滑車停止に必要なトルクが他の荷重条件より大きく、制動条件が最も厳しい片側車両満車で片側車両空車とした。

(4) 自動ブレーキ停止については、張力の影響を把握するため、ロープ張力の測定を行うこととした。

(5) 測定項目は、車両の前後方向振動加速度、左右方向振動加速度及び上下方向振動加速度の他、車両の振れ角（ピッチング、ローリング及びヨーイング）を測定することとした。

(6) 自動ブレーキ停止による停止距離の測定は、制動開始位置を記録できるスタンプ装を用いて行うこととした。

また、以上の検討結果に基づき実際の車両を用いて制動試験を行い、各制動装置が所定の制動力を有していること及び車両の振動・動揺が車両の走行に支障がないことを確認した。

なお、自動ブレーキ停止の試験では、ロープ張力の影響を受けるため、張力の測定を行ったが、ロープ張力の測定方法及び張力の影響を除くための手法について更なる検討が必要であることが分かった。

○新しい方式の特殊鉄道の技術評価に関する研究（千島美智男）

フラット型ロープは、新しい方式の特殊鉄道用（循環式等）の低振動型ロープとして着目されているが、エンドレスに加工して使用した場合の、スプライス（接続部分）を含めたロープの振動・疲労についての資料はほとんどない。そこで、フラット型ロープの振動及び疲労について室内実験を行った。

実験の結果、今回使用したフラット型のロープでは、1 万回曲げ程度からスプライス部分に型くずれが発生し、この部分に起因する振動が増大した。これは、ストランドの形状が三角形であり、スプライス部でロープの芯に差し込まれたストランドと外層のストランドが均一に接触できないため、滑車通過による曲げを受けることで型くずれが進行したものと考えられる。このことから、フラット型ロープをエンドレスに加工して使う場合は、加工方法を含めてさらに検討する必要があることが分かった。

また、疲労による断線については、25 万回曲げまでに 3 本の素線断線が発生した。今回使用したロープは、素線の断線数でみると索道等で使用されているウォーリントンシール型ロープと同程度の曲げ疲労特性であることがわかった。

都市交通システムにおける機能の充実度評価に関する研究

日岐 喜治

柳澤 治茂

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 17 年 3 月

1. 目 的

高齢社会に適応した都市交通システムを構築していく上で必要な交通システムの段差等の構成要素について調査分析し、高齢者等の交通弱者にとってより移動しやすい交通システムの改善に資するため、都市交通システムの機能の充実度についての評価方法の提案を行う。

2. 試験研究概要

平成 13 年度は、都市交通システムにおける構成要素の機能について、分析方法の検討を行う。平成 14 年度から平成 15 年度は、各種機能の利用実態についての調査分析を行う。平成 15 年度以降は、調査分析を行うとともに、評価基準の選定を行い、機能の充実度についての検討を行う。

3. 成果概要

○都市交通システムの機能の充実度についての調査分析（日岐喜治、柳澤治茂）

都内の大規模駅、空港および地方都市のバスターミナル等において、一般の旅客と高齢者についての移動行動の画像データを収集した。また、このデータとこれまでに収集しているデータから移動特性の分析方法の一つとして、1 歩幅の移動時間の違いによる分析方法の妥当性を考察した。その結果、高齢者においては 1 歩幅の移動から次の 1 歩幅の移動に移る時、行動がしばらく停止する場合が散見され、この状態を考慮した新たな分析方法の必要性が求められた。また、動く歩道、エスカレータ等の運動している移動媒体での乗り降りについての分析方法の検討を行い、着目すべき物理量の選定を行った。

淡路ファームパーク IMTS に関する安全性評価試験及び技術指導

松本 陽

水間 毅、佐藤 安弘

大野 寛之

研究開始時期 平成 13 年 9 月

研究終了時期 平成 13 年 12 月

1. 目 的

最新の ITS 技術を用いて、バスをベースとした

車両が専用道にて自動運転・隊列走行を行うシステムである IMTS (Intelligent Multi-mode Transit System) を「淡路ファームパーク インランドの丘」の園内輸送手段として導入するため、その安全性を確認するたための試験等について、実施方法や測定法等についての技術指導を行うとともに、試験結果についての評価を行う。

2. 試験研究概要

試験は、大きく分けて自動運転関係と無人運転関係にかかわる各項目について行った。自動運転に関しては、単編成、隊列走行(2両)とも仕様通りの運転が確保されるかについての試験を実施した。無人運転に関してはホーム部における安全性の確保及び異常発生時の非常停止等についての試験を実施した。

3. 成果概要

試験結果に対する評価をまとめると次の通りである。

(1) 自動運転関係試験

自動運転に関しては、単編成、隊列走行(2両)とも仕様通りの運転が確保されることを確認した。隊列走行については、車速追従性能、車間距離誤差とも目標値以内であり、問題ないことが確認された。また、車群間の安全性を確保する固定閉そく機能についても安全上問題ないことが確認され、閉そく故障に関しても安全側に制御されることが確認された。移動閉そく機能については、車間通信機、衝突防止パターンにより安全が確保されることを確認し、固定閉そくと移動閉そくにより車群間の安全を確保する本システムの安全性が確認された。ブレーキ性能については、常用ブレーキと保安ブレーキの機能は、目標値を満足していることを確認した。多重故障に対しては、各種故障が重畳する最悪3重故障を想定して試験を行った結果、車群内車両が衝突することなく安全に停止することを確認した。また、隊列車群内車両間の安全性についても、停止時に車間距離が最小となる異常事象を想定して試験を行った結果、衝突することなく停止することが確認されたため、適切な速度-車間距離特性を設定することにより、安全が確保されることを確認した。さらに、各種センサが故障して案内輪がガード壁に接触する場合でも、特に問題なく停止できることを確認した。

以上の結果より、自動運転機能は仕様通り保たれ、固定閉そくと移動閉そくによる車群間車両の安全性は確保され、各種センサ、適切な速度-車間距離特性により、車群内車両の安全性も確保さ

れることを確認した。また、3重故障まで想定した異常時における安全性、ガード壁接触時における車両走行の安全性が確認されたことより、異常時に対しての対応も確立されていると判断される。

従って、淡路ファームパークにおける IMTS の自動走行安全性は基本的に確保されると判断できる。

(2) 無人運転関係試験

自動運転で駅に車両が停止したときのホームと車両の隙間、段差及び車両の停止精度とも問題はないものと考えられる。

車両扉・ホームドア間に乗客(ダミー人形)が立った場合、成人の場合は検知されドアが閉じなかったものの、子供の場合はドアが閉じてホーム外に取り残され、かつ指令室のモニター画面でも見えないため気づかない場合があった。従って、そのようなことが起きないように、何らかの対策が必要と思われる。

車両扉やホームドアに異物が挟まれたとき、一定の厚みの異物であれば検知され、再開閉することから特に問題はないものと思われるが、駅乗降時及び発車時の安全確保については、センサによる自動検知のみに頼るのではなく、モニタ等により人が目で見て監視を行うことが重要である。

停電時及び復旧時のホームドア動作を確認し問題は無いものと考えられるが、復旧時には障害物検知機能が働かないためドアに人が挟まれないように注意する必要がある。緊急停止ボタンについては、ホーム緊急停止ボタン、車両緊急停止ボタン及び指令室一斉停止ボタンをそれぞれ扱ったところ、いずれも異常なく動作することを確認した。

車両緊急停止ボタン扱い時の復旧手順、駅間車両故障発生時における車両救援手順及び駅間車両立ち往生時における乗客避難誘導手順をそれぞれマニュアルに従って実施し、所要時間を含めて確認した結果、いずれも特に問題は無いものと思われる。但し、試験時に比べて実際はあらかじめ異常の発生が予期されないこと、乗客数が多い場合もあることから、今回よりも時間を要することが予想される。

3.2.4 交通インフラの機能向上・有効活用

複合交通ネットワークにおける交通流シミュレーション手法に関する研究

水間 毅
佐藤 安弘、大野寛之

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 17 年 3 月

1. 目 的

近年、ヨーロッパを中心に普及している LRT は自動車交通との同一空間を効率良く走行させることが重要な課題となっており、また、専用道、一般道路の両方を走行可能な新しい交通システムが開発されている。このような場合、自動車交通と公共交通との協調の取れた信号制御、運行計画が重要である。このため、公共交通と自動車交通の複合ネットワークを考慮した交通シミュレーション手法を開発し、新しい交通システム導入時に於ける、自動車交通との最適な信号制御、運行計画作成法を開発する。

2. 試験研究概要

自動車交通と公共交通（軌道系）の両方の走行を同一空間でシミュレートする手法を開発する。自動車交通については、自動車個別の走行を模擬し、交通信号に従った走行を行い、公共交通については、交通信号機以外に優先信号機に対する走行も可能として停留所での停車、乗降客による停車時間も模擬した動的なシミュレーション手法を開発する。

3. 成果概要

○輸送システムの運行方法に関する研究（水間毅）

輸送システムの運行方法は軌道系交通機関と自動車系では大きく異なる。その差は、加・減速度、最高速度、ブレーキ距離、乗り心地により定量化が可能であり、それらを考慮にいたしたシミュレーション手法を開発した。また、軌道系交通のより効率化、運行化を行うためには、交通信号機に合わせた運行を行うか、優先信号機を設置する等の方策がある。前者については、LRT のような高加減速車の導入や交通信号機の系統制御の導入による、LRT 走行時間短縮を定量的に計算可能なプログラムを開発した。後者については、優先信号方式の差による、軌道系交通システムの到達時間の差や自動車群の到達時分の差が計算可能なプログラムを開発した。その結果、各種輸送システムの運行を考慮したシミュレーションが可能となり、自動車交通と軌道系交通の協調運転に関する基礎資料を提供することが可能となった。

○運行経路・制御の最適化に関する研究（佐藤安弘）

自動車交通流を扱う各種シミュレータが開発されているが、自動車の特性や運転心理などを扱う

ミクロなモデルが開発される傾向にあり、市街地を広範囲に捉え、公共交通や自動車交通を同時に扱うモデルはない。本研究では、道路交通信号による自動車の信号待ち及び信号通過を模擬する計算式を検討するとともに、軌道系公共交通と一般自動車交通が共存して走行するネットワークを模擬できるシミュレータの基本構成を作成し一部、走行模擬を実施した。

○ネットワーク充実度評価法に関する研究（大野寛之）

交通ネットワークの描き出す図形パターンをフラクタルな構造として捉え、そのフラクタル次元を計算することによりネットワークの充実度を評価する手法について調査し解析ソフトウェアの設計について検討を行った。

鉄道インフラの特性向上に関する研究

佐藤 安弘

水間 毅

研究開始時期 平成 13 年 4 月

研究終了時期 平成 17 年 3 月

1. 目 的

近年、従来の軌道構造にとらわれない新しい構造の軌道や分岐器などが開発され、鉄道施設への新技術の適用に対する中立的な技術評価が求められている。また、地震時の構造物と列車の挙動など従来必ずしも十分に究明されていなかった面がある。このため、鉄道インフラ、すなわち軌道や構造物の現状の課題を見いだすとともに、事故防止、低コスト化、高品質化等の観点からそれらの特性の向上を図る。

2. 試験研究概要

(1) 新型軌道構造の評価に関する研究

コンクリート床版樹脂充填式等新しいタイプの軌道構造について調査し、実路線への導入にあたり、強度や安全性等の評価方法について研究する。

(2) 新型電気転てつ機の評価に関する研究

各種の小型一体型の転てつ機について調査し、実路線への導入にあたり、転てつ機能や安全性等の評価方法について研究する。

(3) 橋桁の地震時動的挙動に関する研究

新たな軌道構造や車両構造に応じた走行安全上等から見た構造物の変位制限に関する調査等を行い、地震時の橋桁の動的挙動に関する知見を得る。

3. 成果概要

○新型軌道構造の評価に関する研究（佐藤安弘）

新しい軌道構造は現在も次々と開発、提案されており、たとえば、枠型スラブ軌道、防振スラブ軌道、

土路盤上スラブ軌道，ラダーまくら木型軌道などが開発され，一部は実用化されているものの，ひろく標準化されたものはまだ見られない状況である．本研究では，我が国ではまだほとんど知られていない樹脂固定型（INFUNDO）軌道について，まず予備的な測定を行い，測定項目や測定箇所及び測定方法の妥当性について検討した．その結果，新型軌道（INFUNDO 軌道）の基本的な特性を明らかにすることができた．

○ 新型電気転てつ機の評価に関する研究（水間毅）

電気転てつ機は，新幹線や在来線で普及しているものの他に，近年では，LRT 用に併用軌道上に設置できる小型，軽量のものがヨーロッパにおいて開発されている．これらについては，転てつ動作のフェールセーフの検証はもちろんのこと，自動車交通（主に大型トラック）の振動や重量にも耐え，かつ併用軌道上であるため，保守・点検作業の簡易性が求められている．本研究では，これらの新しい電気転てつ機の動作原理を把握し，その安全確保方法を確認すると共に，実際に設置した場合の耐候性，耐振動性等の検証方法，異常時における安全性確認方法等を検討した．

○ 橋桁の地震時動的挙動に関する研究（佐藤安弘）

構造物の変位制限に関しては，主として委員会活動により，走行安全性と車両の上下動揺の限界値，橋梁たわみの限界値，軌道部材の破壊と構造物の角折れとの関係等に関する資料を得た．これらは主に在来高速鉄道におけるデータに基づくものであるが，都市内鉄道を含めた適用の妥当性を検討している．また，地震時に橋桁の落下防止や変位制限を担う機構を設けることは重要と思われることから，材料強度試験機を用いた実験を行うため供試体及び治具の設計・製作を行い，実験準備を行った．

航空機の地上走行の視覚誘導システムに関する研究

豊福芳典

青木義郎，塚田由紀

研究開始時期 平成 11 年 4 月

研究終了時期 平成 13 年 3 月

1. 目 的

視覚誘導システムは，交通量の著しい空港において航空機等の安全で円滑な地上走行を支援する先進型地上走行誘導管制システム（A-SMGCS）の主要なサブシステムで，広範な視程条件下で最適な走行経路と曖昧さのない視覚的な誘導情報を自

動的に提供するものである．本研究は，視覚誘導システムの実用化導入を促進し，航空機の地上走行の安全性と運航効率を確保することを目的として，その基本システムを開発する．

2. 試験研究概要

A-SMGCS における誘導計画の立案機能として，滑走路・スポット間の最短経路選択を自動的に行う地上走行シミュレーションプログラムを開発する．また，そのプログラムを用いて誘導システムの構成や誘導路の運用方法により運航効率がどのように変化するか解析し，誘導経路設定の自動化システムの導入効果並びに最適化について検討する．

また，航空機毎に計画された誘導経路等の情報を呈示するため，A-SMGCS において新たに導入されることとなる可変メッセージ型誘導案内灯は，格子状に配置された点光源の選択発光方式による表示となることが予想される．このような表示板に対する輝度基準として，従来の面光源方式の表示板に対する輝度基準の適用可能性を調べ，輝度基準等の光学的な要件のあり方を検討する．

合わせて，誘導路中心線灯の選択的点灯によって誘導を行う点滅制御方式の要素システムの機能要件やシステム構成の指針等について検討，整理する．

3. 成果概要

○ 視覚による地上誘導経路自動設定に関する研究（青木義郎）

(1) 最短経路選択を Dijkstra 法により常時自動的に行う空港面地上走行シミュレーションプログラムを開発した．

(2) 走行シミュレーション上での交通流とそれに併せて点滅が行われる空港灯火の表示を行う走行シミュレーション表示装置を開発した．さらに，灯火点滅の切り替えのタイミング等について検討した．

(3) さらに，経路自動設定プログラムに管制官指示，異常発生信号などの外部割り込みへの対応機能を強化した．

(4) 経路自動選択システムを用いて，羽田空港について，交通密度が走行時間や灯火の運用に与える影響，通常走行時と自動化システム導入時の走行シミュレーションの比較による運航効率向上効果等を解析した．その結果，以下の知見を得た．

交通密度が低い場合には航空機の減速回数的大部分は滑走路手前の誘導停止位置で占められる．しかし，交通密度が高くなるに伴い，減速は誘導停止位置以外のストップバー位置でも数多く起こ

るようになり、全体の減速回数も増加していく。従って、ストップバー灯の有効性も交通密度が高いほど空港面全域に広がる。

プッシュバックの影響を考慮した場合、そのスポット付近の誘導路での航空機停止要求の確率が高まり、着陸機の遅延時間が増大する。

羽田空港で一方通行運用がなされている誘導区域を、自動誘導システムによりフレキシブルな運用を行った場合、着陸機についてスポット付近での混雑が若干解消される。

自動誘導システムによる遅延時間の短縮効果は運航密度が高くなるほど顕著に現れ離着陸間隔の影響も受ける。

昼/夜の航空機走行速度の差により、走行時間に10%程度の時間差が生じる場合がある。自動誘導システムにより夜間の走行速度を日中良視程時に近づければ大きな時間短縮効果が得られると考えられる。

昼/夜の走行遅延時間の差は運航密度が高くなるに伴い若干拡大していく。

以上のことから、高密度運航になるほど自動化システムによる走行遅延時間の短縮率は拡大し、自動化システムの導入効果も大きくなる。

(5) 異なる閉塞区間長(200m及び400m)でのシミュレーションの比較では減速回数及び走行時間に殆ど差異が認められなかった。A-SMGCSにおいて閉塞区間長が全体の運航効率に大きな影響を及ぼすケースは少ないと推測される。

(6) 滑走路の混み具合を予測して出発タイミングを最適化する新たなアルゴリズムについても検討し、この導入により離陸機の走行遅延時間が短縮し、運航効率の向上効果の可能性が確認された。

(7) これらのパラメータ解析の結果は、行政部局において、A-SMGCS 事業推進のための説明等の基礎資料として活用された。

○ SMGC 用誘導案内灯に関する研究(塚田由紀)

(1) 従来の面光源方式と点光源選択発光方式の可読性を平均輝度の指標を用いて、大気クリア条件下で視覚実験により比較検討した。その結果、光源間隔4.6'以下では、平均輝度が同じときに可読性もほぼ同一となることがわかった。

(2) 厳密には光源間隔が大きくなる程、点光源選択発光方式の方が可読性が良くなる傾向にあった。

(3) 光源間隔1'以下では、点光源発光方式の表示板は面光源方式表示板と同等と見なしてよいことが分かった。

(4) 低視程条件下でも、同様の視覚実験を行い、輝

度が同一であれば点光源選択発光方式は面光源方式と同等かそれ以上の可読性が得られることが明らかとなった。特に、被験者の内観報告によれば、むしろ、点光源選択発光方式の方が読みやすいとの結果を得た。

(5) これらから、環境照度が高くない夜間等においては、点光源選択発光方式に対しても、従来の面光源方式を想定して規定されていた輝度基準を適用可能であることが分かった。

(6) 次に、自発光方式光源において特に問題となる昼光下での視認性について、LEDを格子状に配置した実験用表示板を試作し、昼光下における視覚実験により検討した。

(7) その結果、昼光の影響も考慮した場合は、従来の輝度基準では全く参考にならず、「とても読みやすい」という評価を得るには大幅に高い輝度が必要であることが明らかとなり、誘導案内灯に使用される色についての必要輝度レベルを得た(赤1,700cd/m²、黄3,100cd/m²、白4,000cd/m²など)。

(8) 可読性に対しては、表示面での昼光による照度だけでなく、太陽高度が大きく影響することが分かった。

(9) 長さ5mm程度のひさしでも、太陽高度が高いときは可読性向上効果があることが分かった。

(10) LEDで呈示している色度が昼光の影響により白色の方向へ偏移して観測されることが明らかとなり、その変化は加法混色線に乗ることが確認された。

(11) これらの結果は、今後空港に設置してパイロットの視認評価試験に供される可変メッセージ型誘導案内灯のプロトタイプ的光学設計に活用できると考えられ、ひさし長さ、上方や側方からの視認範囲等の基礎条件を試算・検討した。

○ 点滅制御方法に関する研究(豊福芳典)

(1) 現行のストップバーシステム機能と比較した交差点点滅制御システム機能の特徴、航空機検知センサーの種類と閉塞区間要件との関係、ストップバーと検知センサーの配置関係、構成要素機器やサブシステムの機能分担等について検討・整理した。

(2) 数種類の点滅制御方式や検知センサーとの組み合わせについて、得失を検討・整理した。

(3) 単路閉塞区間における検知センサー配置や灯火点滅シーケンス等の点滅制御システムの基本構成例を呈示した。また、交差点に応用する際の留意点等を整理した。

(4) 調査委託元(国土交通省航空局)の要請によ

り，A-SMGCS 導入効果指標化のための基礎資料
として，羽田空港の ASDE 影像などから航空機の

地上走行実態を調査した．

4．研究業務一覧表

平成 13 年度

4.1 環境エネルギー部

1. 地域環境の改善

- 液化天然ガスを用いた貨物自動車用機関の技術評価に関する研究（公害防止等試験研究費）
- DI ディーゼルエンジンから排出される多環芳香族炭化水素(PAH)の生成・排出メカニズムの研究
- ディーゼル車用粒子トラップ等に関する研究
- 大型ディーゼル車の国際基準調和対応排出ガス審査・評価技術に関する研究（受託研究）
- 新燃焼方式によるディーゼル機関の高効率・超低公害化に関する研究（公害防止等試験研究費）
- 低公害ディーゼル燃焼の解析手法に関する基礎的研究
- 自動車排ガスに含まれるアンモニア化合物の捕集と分析手法に関する研究
- DPF による排出微粒子低減効果の評価に関する研究（競*：運輸分野における基礎的研究推進制度）
- 次世代排気ガス計測法の開発に関する研究
- 車載型 NO_x センサの実用化とその利用技術に関する研究（競*：環境技術開発等推進事業[実用化研究開発課題]）
- 超低公害自動車用次世代排出ガス計測システムの開発に関する研究（競*：環境技術開発等推進事業[実用化研究開発課題]）
- 自動車から排出される未規制有害物質の実態解明（公害防止等試験研究費）
- 排出ガスに係る車載機能診断システム(OBD)の技術基準作成のための調査研究（受託研究）
- 移動発生源計測技術の開発（競*：科学技

術振興調整費）

- 排出ガス性能低下要因の事象解析によるサーベイランスの適正化要件に関する調査研究
- 自動車用 NO_x 触媒の実走行状態における浄化性能の解析
- 計算法的手法を用いた自動車排出ガス成分の反応に関する研究
- 自動車タイヤ走行騒音の台上測定・評価法及びその低減手法に関する研究（公害防止等試験研究費）
- 実走行時のタイヤから発生する騒音の評価試験方法に関する調査（受託研究）
- ISO 路面の経時変化等に関する研究
- 移動音源探索のための最適マイク配列に関する研究
- 管内を伝播する圧力波によって発生する騒音の低減に関する基礎的研究
- 在来鉄道の騒音予測評価手法の精度向上に関する研究と排出抑制技術に関する研究

2. 地球環境の保全

- 低燃費型新形式バスの導入による運輸部門の環境負荷低減に関する研究（競*：環境研究総合推進費）
- 燃料電池動力システム構成の最適化に関する研究
- 次世代低公害大型自動車の研究開発
- 自動車の N₂O の排出総量推計とその低減手法の中核技術の汎用化と普及に関する研究（競*：環境研究総合推進費）

3. エネルギー資源の節約及び多様化

- 自動車燃料消費への影響要因分析に基づく消費抑制対策の効果予測法に関する研究（受託研究）
- ジメチルエーテルを燃料とする自動車用エンジンに関する調査研究

4.2 自動車安全部

1. 事故防止策の究明

- 自動車の動的応答特性に関する研究
- 台上試験機による制動性能の評価に関する研究
- 自動車用灯火類の高度化に関する研究
- 自動車運転者の情報処理に関する研究
- 新技術を適用した自動車用電子機器の安全確保に関する研究
- 電磁界測定法に関する研究
- 貨物自動車の横転に関する研究（受託研究）
- 輸入自動車の審査検査時における灯火器の基準適合性評価に関する調査（受託研究）

2. 被害軽減策の究明

- 正面衝突時の車両相互の特性が乗員傷害に及ぼす影響に関する研究
- 歩行者保護試験法に関する研究
- CRS の実使用時の乗員保護性能に関する研究
- 自動車の側面衝突時の乗員保護性能に関する研究（受託研究）

4.3 交通システム部

1. 事故の原因究明

- 鉄道の事故防止に関する基礎的研究

2. 事故防止策の究明

- 電磁技術を利用した電気鉄道の技術評価に関する研究
- 索道搬器の動特性に関する研究
- 索道搬器の耐風性向上に関する基礎的研究

- 索道用受索装置における索輪荷重の測定方法に関する基礎的研究
- 視覚援助システムへの赤外線の利用に関する研究
- 大気光学特性や視覚特性を考慮した模擬視界生成に関する研究
- 順応条件が急変する時の視覚機能に関する研究（競*：科学技術振興調整費）
- 中央リニア「鉄道車両磁場環境に関する調査」（受託研究）
- 鉄道車両の磁界測定に関する研究（受託研究）
- 鋼索鉄道「帆柱ケーブル」の試験（受託試験）
- 索道用握索装置の試験（受託試験）

3. 都市交通システムの機能向上

- ライトレール・システムの高度化に関する研究
- 操舵台車の高度化・知能化に関する研究（競*：地下鉄互助会公益基金による研究支援を含む）
- 機能を高度化した特殊鉄道の技術評価に関する研究
- 都市交通システムにおける機能の充実度評価に関する研究
- 淡路ファームパーク IMTS に関する安全性評価試験及び技術指導（受託研究）

4. 交通インフラの機能向上・有効活用

- 複合交通ネットワークにおける交通流シミュレーション手法に関する研究
- 鉄道インフラの特性向上に関する研究
- 航空機の地上走行の視覚誘導システムに関する研究（受託研究）

*「競」とは、競争的資金による研究を表す。

5. 試験業務一覧表

部 名	試 験 項 目	件 数
交 通 シ ス テ ム 部	単線自動循環式普通索道用握策装置の試験	1
	鋼索鉄道「帆柱ケーブル」の試験	1
	特殊索道用握策装置の試験	1
	淡路ファームパーク IMTS に関する安全性評価試験及び技術指導	1
	合 計	4

6. 共 同 研 究

平成 13 年度

担当部名	相手方	研究項目	研究期間
交通システム部	東京大学生産技術研究所	台車の曲線通過性能に関する研究	13.6.1～14.3.31
"	中部エイチ・エス・エス・ティ開発㈱	常電導磁気浮上式都市交通システムの走行試験	13.7.1～14.3.31
"	住友金属㈱ 住友テクノロジー	急曲線通過台車の研究	14.1.25～14.3.31
自動車安全部	(社)日本自動車機械工具協会	ブレーキテストによる制動性能の評価に関する研究	10.4.1～14.3.31
環境エネルギー部	(財)鉄道技術総合研究所	在来鉄道騒音予測法の防音壁減音量の算出における多重反射を考慮した評価手法に関する研究	10.6.1～15.3.31
"	横浜ゴム㈱	駆動力作用条件下におけるタイヤ騒音発生機構に関する研究	11.5.10～15.3.31
"	九州芸術工学大学	鉄道車両用防音壁の最適化に関する研究	13.6.1～14.3.31
"	東京農工大学	管内を伝播する衝撃波の減衰に関する研究	13.6.1～14.3.31
"	㈱堀場製作所	新排出ガス流量計測手法の開発に関する研究	13.7.6～15.3.31
"	東京ガス㈱	液化天然ガス機関における燃焼技術に関する研究	13.8.13～18.3.31
"	日本碍子㈱	車載型 NOx センサの利用技術に関する研究	13.9.1～15.3.31
"	㈱小野測器	ガソリン車排出ガス対策装置の車載型故障診断技術（OBD）に関する研究	13.11.1～16.3.31
"	㈱小野測器	新方式による分流希釈式トンネル評価に関する研究	13.11.12～14.3.31
"	三菱重工業㈱	交通騒音低減のためのセラミックス吸音材の応用技術に関する研究	13.11.15～14.3.31
"	㈱小野測器	自動車エネルギー消費特性の評価に関する実験・計測技術並びにシミュレーション予測手法に関する研究	13.12.1～16.3.31
"	日石三菱㈱	新燃焼方式によるディーゼル機関の新混合燃料に関する研究	14.1.21～15.3.31
"	トヨタ自動車㈱	ディーゼル微粒子と NOx の同時低減触媒システム搭載車の排出ガス性能に関する研究	14.3.20～15.3.25