

2. 主な研究テーマ

2022 年度に実施した課題数は、総計 740 件となり、内訳は下記の通り。

		環境・安全 連携	環境 分野	安全 分野	新モビリティ 分野	合計
実施事業 (公益的な 事業)	基礎研究 (自主的な研究)	—	29	25	3	130
	総合研究 (官公庁の 受託事業・補助事業)	1	45	26	1	
その他事業 (公益的な事業を除く全ての事業)		—	216	383	11	610

2.1 環境分野

(1) 瞬時の大熱量に対する熱傷評価モデルの開発

[プロジェクトチーフ]

環境研究部 山田 英助

《研究概要》

2 年計画 2 年目

実験と数値シミュレーションにより自動車火災時の熱傷評価をモデル化することを最終目的とし、2 年計画 2 年目の 2022 年度は、以下の内容を実施した。

- 産業技術総合研究所との共同研究により、レーザー照射を用いた高精度（広範囲に均一な大熱量を瞬時的に非接触で負荷）な熱皮膚暴露実験手法を開発し、実験用のブタ皮膚を用いた実験を行った。皮膚への瞬時の大熱量負荷による病理組織学的変化を高精度に観察することが可能となった。
- ブタ皮膚への短時間・高温の熱暴露実験を多様な条件で実施し、熱傷様の病理組織学的変化を評価（表皮・真皮の重症度、深度）した。温度と時間に依存した変化が観察され、温度の時間積分と熱傷様の病理組織学的変化の深度の間に強い相関が認められた。
- 短時間・高温の条件では、従来と比較して、熱傷の生じ始める温度が高い可能性を実験により確認し、熱傷の重症度の予測モデル構築の基礎データを取得した。

(2) ドローンによる PM・O₃・前駆物質の鉛直分布観測

[プロジェクトチーフ]

環境研究部 早崎 将光

《研究概要》

国内の大気環境基準未達物質である光化学オキシダントの主要構成成分であるオゾン (O₃) は、関東では盛夏期に高濃度となりやすい。盛夏期の関東平野では、東京湾岸部などの地上付近で排出された大気汚染物質が内陸部や上空へ輸送され、O₃ 生成域となっていると考えられるが、上空の大気質は観測例が乏しく、詳しい動態がわかっていない。そこで、大気環境計測用ドローンによる上空の大気汚染物質計測を実施した (2022 年 8 月)。上空大気を調査するため、筑波山・朝日峠展望公園駐車場 (標高 261 m) を離発着場として、対地高度+150 m の観測をおこなった。気象要素、PM_{2.5} 濃度、O₃ 濃度はドローン搭載の小型センサで連続計測、O₃ 前駆物質の一つ揮発性有機化合物 (VOC) 濃度は、最高高度で捕集バッグに採取し、ガスクロマトグラフ分析装置により計測した。観測当日は北東風が卓越した (現地気温: 約 25-26°C でほぼ一定) ため O₃ 高濃度とならなかったが、時間経過に伴い上空の O₃ 濃度が上昇 (10 時: 地上+15 ppb, 16 時: 地上+25 ppb) したことが、芳香族・植物由来 VOC 成分が上空よりも地上で多いことなどがドローン観測で確認できた。

(3) 大気モデル比較検証用の衛星リモセンデータ利用

[プロジェクトチーフ]

環境研究部 早崎 将光

《研究概要》

JARI 大気環境研究への衛星リモートセンシング (衛星リモセン) データ利用を目的として、大気汚染物質に関する衛星リモセン最新情報を収集した。大気質の衛星計測は欧州が精力的で、現在実施中のコペルニクス計画では 2050 年頃までに複数の大気質計測衛星を連続的に運用予定である。したがって、今後の JARI 大気研究でも継続的な利活用が期待できることがわかった。代表的な大気質計測衛星 Sentinel-5P の TROPOMI センサで得た空間解像度 5.5×3.5 km (衛星直下) の大気カラム全体の NO₂ 量 (カラム NO₂ 量) を地上 NO₂ 濃度と比較し、リモセンデータの特性を理解した。その結果、衛星リモセンでは雲のない場所しかカラム NO₂ 量を計測できず、梅雨期や冬季日本海側では最大で約半数が欠測となることが分かった。また、晴天日頻度が大きく、地上観測点も多い東京を例に、カラム NO₂ 量と地上 NO₂ 濃度は高い相関関係 (r= 0.7 程度) を示し、冬が最も相関が高い。冬は鉛直混合が他の季節よりも弱く、全球的な雷生成 NO₂ (主に自由大気) も大きくないため、地上 NO₂ 濃度がカラム NO₂ 量を左右しやすくなると考えられる。

(4) 自動車部門におけるカーボンニュートラルに向けたシナリオの検討

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 金成 修一

《研究概要》

日本政府は、温室効果ガスを 2030 年に 46%削減、2050 年に 100%削減とする目標を表明した。2030 年目標は各セクターの目標を示しており、運輸部門の削減目標は 35%となっている。そのため、運輸部門の 9 割を占める自動車部門の早急に温暖化対策に取り組む必要がある。既往研究では自動車部門の統合対策を考慮した長期温室効果ガス排出量評価手法の開発を進めてきた。本研究では、今後、普及可能性があるカーボンニュートラルエネルギー（合成燃料、バイオ燃料、電気、水素）の燃料製造時の負荷やコストのデータを整備し、Well to Wheel の CO₂ 排出量推計の精度向上を行った。また、複数のシナリオ（現状規制、技術進展、統合対策、対策強化）に基づいた 2050 年までを対象とした CO₂ 排出量推計手法を行い、CO₂ 排出量に加え、関連する次世代車普及率、CEV 補助金などに加え、その際の大気汚染物質（NO_x、NMHC、CO）、道路走行騒音レベル（LAeq）などのコベネフィット、コンフリクト効果について検討した。

(5) 蓄電池安全性評価数値シミュレーションモデル開発

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 後藤 翼

《研究概要》

本研究の目的は、LIB を対象とするシミュレーションモデルを構築し、内部短絡発生時の電氣的・熱的振る舞いについて解析することにより、内部短絡現象の解析や LIB の安全性評価を行うものである。具体的には、Newman モデルをベースとした方程式系を用いて、LIB の短絡発生時の Li イオン輸送過程から発生する短絡電流ならびにジュール熱を算出し、そこに電池構成材料の熱分解反応熱を組み合わせることにより、内部短絡発生に伴う総発熱量を導くことが可能なモデルを構築した。2022 年度は、短絡層数や短絡状態が異なる様々な条件を再現可能な LIB の釘刺しモデルを構築し、短絡条件の違いにより電圧低下挙動や発熱挙動が異なる結果を得ることが出来た。またシミュレーションモデルと同材料系を有する LIB を対象に実証試験を実施し、少数層短絡条件における結果の妥当性を検証することが出来た。

2023 年度は、実証試験において確認された電圧挙動をもとに、短絡解除・緩和の機構をモデルに組み込むことで、実試験における短絡挙動を再現可能な、更に精度の高い内部短絡モデルを構築することを目標としている。

(6) 車載用リチウムイオン電池劣化評価手法開発に関する準備研究

[プロジェクトチーフ]

環境研究部 松田 智行

《研究概要》

車両の電動化推進に当たっては、健全な中古車市場の形成や搭載する駆動用リチウムイオン電池 (LIB) の二次利用を並行して進めることが重要である。そのためには、駆動用 LIB の劣化が性能や安全性に及ぼす影響を適切に評価する手法が不可欠である。本研究では JARI でこれまで検討してきた保存劣化モデルの検証と、劣化電池の安全性評価手法の検討を目的として、市販 LIB を用いた保存試験を実施した。保存試験は試験温度と保存 SOC をパラメータとして複数条件で実施した。これにより、LIB の容量低下速度に加えて、内部抵抗増大速度および電極の状態変化速度に関するデータを取得し、これらの温度依存性と SOC 依存性を確認した。得られたデータについて保存劣化モデルの適用を検討し、保存試験期間が短いという課題はあるものの、従来モデルよりも劣化予測精度向上することを示唆するデータであることを確認した。さらに、文献調査等を進め、他の劣化モデルとの組み合わせによる高精度化や、劣化電池の安全性評価について検討を行った。今後は保存試験を継続してデータを蓄積するとともに、調査結果をもととした保存劣化モデルの発展を検討していく。

(7) 機械学習等解析技術の適用性検討

[プロジェクトチーフ]

環境研究部 富田 幸佳

《研究概要》

従来の考え方と異なる比較的新しい解析手法を調査し、研究への活用を目指し基礎検討を行った。今後排出インベントリ評価で必要となると考えられる不確実性評価に繋がる項目として、(1) データの適用範囲による評価、(2) 適応的実験計画法 の 2 種類を選択した。(1) データの適用範囲 (Applicability Domain, AD) とは、モデルが十分な性能を発揮できる領域のことで、データの偏りなどにより内挿であっても予測精度が低下する領域を AD 外として評価する考え方である。予測モデルの評価だけでなく、データの追加検討にも使用できる。この考え方を適用し、昨年度構築した回帰モデルに対して一般的な k 近傍法による AD の評価を行い手法を習得した。また解析結果より、評価したモデルに AD 外は数%と少なく、モデル構築データに大きな偏りなどはなく、現状の予測範囲ではデータ追加の必要はないことを確認した。(2) 適応的実験計画法とは、試験と解析を統合評価する実験計画法で、目標の達成確率を回帰モデルにより評価し、次に実施すべき試験条件を優先順位付けする手法である。本手法について、実車試験の追加条件選択への適用方法を検討し適用可能性を確認した。両者とも引き続き検討を進め不確実性評価に繋げる。

(8) 大気粒子中に含まれるエンドトキシンの測定法の検討

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 村木 直美

《研究概要》

近年、産業由来の汚染物質の排出が改善されたことにより、大気中の粒子状物質の濃度は低減した。しかし、今もまだ低濃度大気汚染の健康影響が問題視されており、自然由来の粒子成分による健康影響の把握も求められている。特に、環境中に常在する細菌由来のエンドトキシンは、大気中の粒子状物質にも付着しており、アレルギー疾患や呼吸器疾患、循環器疾患など様々な健康被害をもたらすことが知られている。これらのことから、大気粒子中のエンドトキシン濃度を測定することは、大気汚染の健康影響の理解に重要であると考えた。しかし、これまで JARI で試行した測定法では、常在するエンドトキシンが混入しやすく、高感度・高精度な測定は困難であった。そこで、大気粒子中の微量なエンドトキシンの測定にも適した手法を調査した結果、高感度な比色法が適していると判断した。専用の測定器であるトキシノメーターET-7000（富士フィルム和光）を導入し、この方法により、標準粒子（黄砂）のエンドトキシン濃度を測定できることを確認した。今後は、エンドトキシン測定に適した大気粒子の捕集法、粒子中エンドトキシンの抽出法を検討し、JARI におけるエンドトキシン測定法の確立を目指す。

(9) データ解析効率化に関する研究

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 中條 智哉

《研究概要》

RDE（Real Driving Emission）規制に向けた自動車メーカーの車両開発においては、RDE のような実路での試験よりも再現性の高いシャシダイナモメータ（CHDY）を用いる方法（CHDY-RDE）が利用されており、今後、JARI でも CHDY-RDE の試験機会の拡大が予想される。JARI における CHDY-RDE では、CHDY や汎用データロガーなどの複数データの同期や RDE 試験法に準じた解析に多くの工数が必要となることから、本研究では CHDY-RDE におけるデータ処理の効率化を目的として NI 社製 DIAdem を用いたソフトウェアを開発した。

本ソフトウェアは各種データの同期および解析処理を自動化することで、CHDY-RDE におけるデータ処理工数を約 75%削減できるとともに高品質なデータ処理が可能となった。加えて、本ソフトウェアは実路で実施する RDE 試験にも対応可能であること、今後の RDE 試験法改定へも迅速に対応可能であること、JARI で開発した Random Cycle Generator(RCG)により実走行を模擬したランダムな走行サイクルを生成する機能などの特徴を有している。本ソフトウェアの開発により、今後の JARI における実路での RDE および CHDY-RDE の試験機会拡大へ向けて、効率的かつ高品質な試験実施体制を強化できた。

(10) CPX 法を用いた路面による騒音への影響調査

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 後呂 考亮

《研究概要》

自動車の電動化等により、車外騒音におけるパワートレイン騒音が低減し、相対的にタイヤ／路面騒音の寄与率が高まっている。タイヤ／路面騒音は、路面の影響を強く受けることが知られており、その主な影響要因は路面プロファイルと吸音率であるとされている。路面プロファイルについては、MPD (Mean Profile Depth) をはじめとした各種の評価指標が規格化、または提案されているが、騒音レベルとの関係を十分に説明できていないとは言いえない。

本研究では、テストコース内の路面において測定した路面プロファイルとタイヤ／路面騒音 (CPX 法により測定) を基に、路面プロファイルの評価指標とタイヤ／路面騒音の関係を分析した。路面プロファイルの指標として、過年度までに JARI が考案した指標 Δ Hpk (路面の凹凸によるタイヤへの加振入力に着目した指標) と MPD を用いた。分析の結果、 Δ Hpk は MPD に比べて一般的な乗用車用タイヤのタイヤ／路面騒音との相関が強いことが確認された。また、この指標は多孔質舗装の路面に対してもある程度適用できる可能性がある。今後は一般道路の各種路面のデータを追加し、さらなる検証を行う必要がある。

(11) 表面分析手法による自動車由来粒子分析の検討

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 福田 圭佑

《研究概要》

自動車のタイヤと路面の摩擦によって発生する粒子 (TRWP) は、タイヤ由来の成分と路面由来の成分が混合していると考えられるが、その形態と成分を詳細に研究した例は多くない。本研究では、TRWP の実態把握を目的として、TRWP 中のタイヤと路面それぞれに由来する粒子を識別して分析可能な手法を検討している。

2021 年度は電子顕微鏡と分光分析手法を検討し、いずれもタイヤのゴム成分の検出に課題があることが分かった。2022 年度は新たに、質量イオン情報によるマッピング分析が可能な手法 (TOF-SIMS) について、TRWP 分析への適用可能性を検証した。

実環境の試料を分析する事前検討として、TRWP を模擬した単純な組成の試料 (タイヤトレッドの切片とシリカ粒子を混合して凍結粉碎した試料) を用いて、TOF-SIMS の適用可能性を検証した。分析の結果、タイヤ由来の粒子からは $m/z = 77$ と 91 の分子イオンが、シリカ由来の粒子からは $m/z = 73$ の分子イオンが特徴的に検出され、分子イオンを指標としてタイヤとシリカを識別できることが分かった。より複雑な組成である実環境の試料の分析と解析が今後の課題である。

(12) 実路模擬信頼性評価手法検討

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 黒川 陽弘

《研究概要》

電動車両の普及に伴い、車両の電気依存度が上がり NVH や EMC などの要求が高くなることが予測される。現行の試験法ではインバータやモータなど単体での評価を対象としているが、性能向上を目的とした高電流、高周波化などにより、NVH や EMC を単体で対策していくのは難しくなる可能性がある。そのため、システム（車両）で同様の効果が得られる場合の評価方法も必要となるのではないかと考えられる。

そこで、本研究ではモータ・インバータの NVH, EMC 評価法や解析技術について調査を行うと共に、システムでの総合的な評価が可能な手法の検討を行う。

本年度は EV を用いた路上試験にて振動測定を実施し、FFT 解析を行うことでモータ・インバータ起因の振動とタイヤやその他のコンポーネントに起因する振動を切り分けられることが確認できた。また、モータ・インバータ起因の振動は電流に依存している傾向が確認できた。これらの結果と明らかになった課題を解決しつつ、今後は車両とモータダイナモでの振動の相関などを調査していく計画である。

(13) ブレーキの摩擦・摩耗で発生するエアロゾル粒子の化学組成計測によるメカニズム解明

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 萩野 浩之

〔助成元〕

独立行政法人日本学術振興会

《研究概要》

エアロゾル粒子の化学組成を測定するために、エアロゾル質量分析技術（AMS）を応用した研究を実施した。AMS は、空気中に浮遊するエアロゾル粒子を質量分析計に直接導入し、測定する技術である。装置への導入効率や、質量分析で計測できる成分はイオン化方式により制限があり、ブレーキ摩擦材に含まれる無機元素を網羅的に測定することが困難であった。そこで、誘導結合プラズマ飛行時間型質量分析計（ICP-TOFMS）にアルゴンガス交換器を装着することで、ブレーキ摩耗由来のエアロゾル粒子をアルゴンプラズマでイオン化し、飛行時間型質量分析計で直接測定し、無機元素を網羅的に定量する技術を検証した。これまでの ICP-TOFMS では、炭素成分（炭素元素）を定量化する技術、粒径分布を測定することが現状の課題となっている。このため、本研究課題では、炭素成分の質量濃度と ICP-TOFMS で検出される ArC⁺のシグナルとの間で相関が得られることを検証した。また、ブレーキダイナモを使用して、ICP-TOFMS によるエアロゾル粒子の計測と、飛行時間型プロトン移動反応質量分析計（PTR-TOFMS）によりガス状物質を同時に計測する実験を行った結果、ブレーキ摩擦材へ与える仕事量の変化に伴い、ブレーキ摩耗由来のエアロゾル粒子排出量と、ガス状成分の排出量がそれぞれ増加する現象をとらえることが可能となった。

(14) 水溶性有機炭素の成分ごとの新たな多元素同位体測定と発生源の解明

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 須藤 菜那

〔助成元〕

独立行政法人日本学術振興会

《研究概要》

微小粒子状物質 (PM_{2.5}) は人体への健康影響が懸念されており、これまで様々な環境対策が進められてきた。PM_{2.5} の約 3 割を炭素成分が占めており、中でも有機炭素は発生源から直接排出される一次粒子と揮発性有機化合物等が大気中で反応してできる二次粒子の両方を含んでおり、数千種類の成分が存在する。そのため、発生源が非常に複雑であり、未だに実態が解明されていないのが現状である。そこで本研究では、有機炭素の中でも水溶性を示す水溶性有機炭素に着目し、炭素安定同位体比という指標を用いて実態を解明することを目的とした。

茨城県つくば市と秋田県由利本荘市の 2 地点で PM_{2.5} 試料を 2 年間捕集し、PM_{2.5} に含まれる水溶性有機炭素中の炭素安定同位体比を測定した。秋田県由利本荘市では、2019 年 2 月から 4 月にかけて最も重い炭素安定同位体比が観察されて、トウモロコシなどの C4 植物燃焼が長距離輸送されている可能性が示唆された。また、茨城県つくば市では、植物燃焼由来であるレボグルコサン濃度が 11 月末から 12 月末に高濃度に検出された。今後は、成分ごとの同位体測定や水素・酸素の同位体測定の検討を進める予定である。

(15) 排出実態を考慮したタイヤ摩耗粉塵排出係数の確立および試験法構築 5-2203(1)

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 利根川 義男

〔委託元〕

独立行政法人 環境再生保全機構

《研究概要》

3 カ年で実施する本研究では、排出実態を考慮したタイヤ摩耗粉塵排出係数の確立および試験法構築を目標としている。タイヤ摩耗粉塵は、タイヤと路面の摩擦により排出される。そのため、タイヤ摩耗粉塵の排出量は、車両挙動、路面状態など様々な要因により変化する。より正しい排出実態を考慮するためには、実車を用いたリアルタイムでのタイヤ摩耗粉塵排出量の評価が必要である。研究の初年度である 2022 年度は、タイヤに含まれるカーボン指標物質とし、その測定濃度からタイヤ摩耗粉塵排出量を評価するための検討を主に行った。実車から発生させたタイヤ摩耗粉塵に対して、簡易的なサンプリングプローブを用いたカーボン濃度の測定と、全量捕集ノズルで捕集・分析して得られたタイヤ摩耗粉塵排出量を比較し、それらの関係性について評価を行った。その結果、カーボン濃度とタイヤ摩耗粉塵排出量には、正の相関があることが確認され、簡易的なサンプリングプローブによるカーボン濃度から、タイヤ摩耗粉塵排出量の推定が可能であることが示唆された。次年度は各種運転条件で実車から排出されるタイヤ摩耗粉塵の排出実態を評価していく予定である。

(16) 全国車両活動量データベースの構築とタイヤ摩耗粉塵高精度推計のためのタイヤ運動モデル構築 5-2203(2)

【プロジェクトチーフ】

環境研究部 富田 幸佳

【委託元】

独立行政法人 環境再生保全機構

《研究概要》

本研究は、全国のタイヤ摩耗粉塵排出量算定に必要な全国車両活動量データベース（活動量 DB）の構築及び、排出量算定結果の評価を最終目標としている。タイヤ摩耗粉塵の排出量は、排出係数と活動量の積として算定され、排出係数は、車両試験等に基づき得られるタイヤ一輪に発生した力と排出量の関係を表す回帰曲線として定義している。ただし、排出係数や活動量には、様々な変動要因が含まれているため、これらを考慮する必要がある。3年計画の1年目である2022年度は、排出量の変動要因を調査し、活動量DBに含めるべき項目や次年度の車両試験で考慮すべき項目について検討した。調査結果より、算定基礎とした平成27年度全国道路・街路交通情勢調査には道路特性に関連し活用可能な多くの項目が含まれていることを確認した。また、別途追加が必要な項目として道路曲率と勾配を抽出した。これらの項目は、全国の幹線道路の位置情報データ及び、国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルから推計し、活動量DBに紐付けた。次年度は実車試験を行い、タイヤ運動モデルを構築し、活動量DBの拡充を進める予定である。

(17) 非排気粒子の全国排出量分布の整備 5-2203(3)

【プロジェクトチーフ】

環境研究部 森川 多津子

【委託元】

独立行政法人 環境再生保全機構

《研究概要》

本研究は環境研究総合推進費 5-2203「タイヤ摩耗粉塵を含む非排気由来の粒子排出実態に関する研究（2022~24年度、伊藤晃佳代表）」のサブテーマ3として、タイヤ摩耗粉塵のみならず、自動車由来の非排気粒子であるブレーキ摩耗粉塵および巻上粉塵も含め、最終的にそれらの全国排出量分布を高精度で求めるものである。初年度は本研究の対照データとして、従来の推計手法に基づいた全国の非排気粒子排出量を整理した。本推計の準備としては、全国の普通貨物車の1.7%にあたる約4万8千台の車両について車両総重量別の仕様を解析し、総重量とタイヤ本数の関係を数値化するとともに、25t程度までは総重量が大きいほど年間走行距離も長く稼働率が高くなる実態を明確にした。それらの情報は排出量推計にあたり重要なパラメータとなると考えられ、サブテーマ1における車両挙動を反映したタイヤ摩耗粉塵排出係数、および、サブテーマ2における走行時の車両挙動等と合わせ、実態に即した非排気粒子排出量の推計に反映していく予定である。ほか排出量推計の妥当性を検討する取組みの一環として、タイヤがすり減った量＝環境中に放出された量についても試算した。

(18) 燃焼起源 SLCF の東アジア国別排出量の迅速把握と方法論構築

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 森川 多津子

〔委託元〕

国立環境研究所

《研究概要》

SLCF（短寿命気候強制力因子）とは、大気中での寿命は短い温室効果ガス（GHG）と同様の働きを持ち、地球温暖化と大気汚染の双方に影響を与える物質である。環境研究総合推進費 2-2201「燃焼起源 SLCF の東アジア国別排出量の迅速把握と方法論構築（2022~24 年度，国立環境研究所・谷本浩志代表）」ではパリ協定の目標早期実現への貢献を念頭に，東アジアにおける SLCF 国別排出量評価と日本における MRV（測定・報告・検証）システムの確立を行う。JARI では本推進費サブテーマ 3「日本の排出インベントリの高精度化と削減政策に関する経済分析」の一部を担い，黒色炭素（BC）について，GHG と同程度の迅速性での排出インベントリ構築を目指している。従来，BC 排出量は大気汚染物質排出インベントリ（公表は対象年の 3 年後，3 年毎）をベースに推計していたが，2022 年度は推計に必要な各種統計データを整理し，対象年の 1 年半後に BC 全国年間排出量を簡易的に毎年推計する目途を立てることができた。一方で観測値からは BC 排出量が過小であることが示されており，改善に向けた未把握発生源等を調査中である。

(19) 令和 4 年度四輪車の加速走行騒音規制強化による自動車騒音低減のシミュレーション等の調査業務

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 小池 博

〔委託元〕

環境省

《研究概要》

国内における四輪車の自動車単体騒音規制については，UN-ECE/WP.29 において策定された国際基準である UNR51-03 のフェーズ 3 の適用に向けた検討が行われてきた。前年度は，我が国において UNR51-03 フェーズ 3 が導入された場合の自動車交通騒音に与える影響について，環境基準未達成地域 3 カ所を対象とした予測計算を行った。本業務では，カーボンニュートラルに向けた電動化等の自動車を取り巻く環境の変化を踏まえ，昨年度調査した 3 カ所を対象に，走行する全ての車両がフェーズ 3 規制に適合した状態において，乗用車（カテゴリ M1）の車両が内燃機関車から電動車に置き換わる過程の道路交通騒音の変化を推定した。また，前年度実施したタイヤ／路面騒音測定（CPX 測定）の結果を併せて，各地点において路面が道路交通騒音に及ぼす影響を検討した。その結果，乗用車（カテゴリ M1）の全車が BEV（電気自動車）となった場合， L_{Aeq} は交差点付近で最大 0.3 dB，定常走行区間で最大 0.2 dB 低減することが予測された。また，路面による L_{Aeq} への影響は -0.9 dB～+1.3 dB の範囲であるとの推定結果を得た。

(20) 令和4年度燃料性状が自動車排出ガスに及ぼす影響調査委託業務

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 柏倉 桐子

〔委託元〕

環境省

《研究概要》

近年のエネルギーの有効利用の取り組みや2050年カーボンニュートラルに向け、様々な方策が検討されている。その中で、燃料の安定的確保のための重油留分の分解・混合による有効活用や非化石エネルギー源の利用促進等を目指して、様々な自動車用燃料の活用が検討されている。ただし、既存の燃料とは異なる燃料を使用した際の排出ガスへの影響については、確認が必要である。そこで、本調査では、分解軽油の混合で重質化する可能性がある軽油と非化石由来のバイオ燃料が、ディーゼル車の排出ガス中の粒子状物質（PM）、固体粒子数（PN）、規制物質等の排出量に与える影響を調査した。供試車両にはディーゼル貨物車を用い、供試燃料にはJIS2号軽油、国内認証試験用の軽油（認証軽油）および認証軽油を重質化した燃料（認証重質化）、水素化バイオ燃料（HVO）を用いた。その結果、本調査の供試車両においては、認証重質化やHVOの使用により、PM、PN排出量や規制物質等の排出量が急激に高くなる傾向は見られなかった。ただし、ディーゼル貨物車には様々な車種があるため、他の車種に対する排出量への影響等を調査する必要があると考えられた。

(21) 令和4年度ブレーキ摩耗由来のPM測定法等の検討に向けた調査業務

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 萩野 浩之

〔委託元〕

環境省

《研究概要》

本業務では、現在、国連欧州経済委員会で議論されているブレーキ粉塵試験方法の検討に必要なデータを得るための試験を実施し、ブレーキ粉塵の量を適切に評価するための測定法や試験サイクルの検討等を行うことを目的としている。国連欧州経済委員会のPMP（Particle Measurement Program-*Informal Working Group*）における議論では、粒子質量（PM）と粒子個数（PN）両方の計測法を構築することを目標に進めており、本研究においてもPMとPN両方の計測を実施した。また、最近のUN-ECE/WP29の議論の場において検討されている、電動車等で用いられる回生ブレーキ技術と粉塵排出量との関係を調査し、今後の国際的な試験法の策定活動に資するデータの取得を行った。試験時間が長いことから設備の占有時間が長くなり、設備の使用制限が生じる。このため、全摩擦ブレーキに対し、全車種の新車の型式認証試験を実施することは現実的ではない。全摩擦ブレーキシステムに対し、ファミリーカテゴリ（車両の大きさに伴う摩擦ブレーキに与えるエネルギー配分と排出量の相関）を確認することが今後の課題である。

(22) 令和 4 年度次世代燃料における基礎的調査業務

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 金成 修一

〔委託元〕

環境省

《研究概要》

日本政府は温室効果ガスを 2030 年に 46%削減、2050 年に 100%削減を目標とすることを表明した。2030 年目標において自動車部門は 35%となっているため、温暖化対策への早急な取り組みが必要である。自動車部門の温暖化対策の一つとして、温室効果ガス排出量が実質ゼロであるカーボンニュートラル (CN) 燃料の利用促進が注目されている。但し、CN 燃料は製造効率やコストなどの面で課題があると指摘されている。そこで、本業務では、ガソリン、軽油、LPG などの既存燃料からバイオ燃料、e-fuel などの CN 燃料までを対象に、世界の需給動向、基準・規格動向、コストや最新の開発・利用技術動向について調査し、各燃料の現状のメリット、デメリット等を整理した。これらの調査により得られた結果と、JARI が開発している長期 CO₂ 排出量モデルを活用し、複数のシナリオに基づき 2050 年までを対象に、次世代車普及効果、燃費、燃料種別エネルギー消費量、大気汚染物質排出量、CO₂ 排出量 (Tank to Wheel, Well to Wheel) について推計を行い、将来の燃料政策を検討する上での基礎データを整備した。

(23) 車両改造不要な FCV 燃費試験法に関する調査

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 矢野 勝

〔委託元〕

国土交通省

《研究概要》

現在、道路運送車両の保安基準等に定められる燃料電池自動車 (以下、FCV) の燃費試験では、車両外部から水素を供給する質量法を用いるため車両改造が必要である。一方、自動車製作者等が行う完成検査は、製造された消費者向けの車両を用いるため車両改造ができず燃費を計測することができない。本調査では車両改造不要な FCV 燃費計測手法の実現のため、定容量希釈サンプリング (以下、CVS) 装置を用いて排出ガスから燃費を計測する酸素バランス法 (以下、CVS 法) の計測精度や課題を調査した。

CVS 法では希釈排出ガスと希釈空気の酸素濃度差が燃費の算出に用いられるが、この酸素濃度差が小さいため、酸素分析計には高い計測精度が求められる。本調査に用いた磁気圧式酸素分析計は、CVS 法で使用した場合、計算上、酸素濃度差に約 1%の誤差が生じることが分かった。次に市販の FCV を用いて、希釈排出ガスの流速影響や希釈排出ガス中の酸素濃度影響の調査に加え、WLTC モードを用いて CVS 法を評価した。WLTC モードを 4 回走行した結果、モードトータルの質量法に対して数%の誤差があることが分かった。今後、計測精度の向上に影響する要因を検討し、質量法に対する誤差をより小さくする必要がある。

(24) 実燃費向上技術の評価手法等に関する調査

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 中條 智哉

〔委託元〕

国土交通省

《研究概要》

内燃機関を搭載した自動車について、燃費測定時に評価できない実使用時の燃費向上技術の評価し、導入を促進する制度が一部の国において導入されており、我が国でも当該制度の導入の検討が進められている。また、電気自動車については航続距離の制約への対策として交換式バッテリー技術の開発が進められており、実証実験や社会実装が行われている。本調査では、実燃費向上技術の評価手法の構築および交換式バッテリー技術基準の策定に関する検討材料を得ることを目的として、各種公開情報等の整理を実施した。

実燃費向上技術の評価手法については、導入が進んでいる EU、米国、中国について、各国の燃費・CO₂規制制度を整理するとともに、実燃費向上技術の評価制度の概要、骨格、対象技術、評価方法等の整理・比較を行った。

交換式バッテリー技術については、四輪車および二輪車を中心に、海外および国内で実施されている交換式バッテリー技術の実証実験や社会実装されている事例について、導入場所、時期、車種（乗用車、塵芥車等）、使用者（消費者、タクシー事業者等）、搭載バッテリー（個数、交換方法・時間等）、メーカ（車両、交換ステーション等）に関する情報を収集・整理した。

(25) タイヤ摩耗試験法 室内ドラム試験法の開発（SRTT16 の実車摩耗検証）

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 中條 智哉

〔委託元〕

自動車基準認証国際化研究センター（JASIC）

《研究概要》

国際連合（UN）の自動車基準調和世界フォーラム（WP29）の騒音・タイヤ関連分科会（GRBP）において、タイヤトレッド摩耗試験法の開発が進められており、欧州では実車法、日本では室内ドラム試験法の開発が行われている。自動車基準認証国際化研究センター（JASIC）および一般社団法人日本自動車タイヤ協会（JATMA）では、タイヤ負荷算出モデルを用いて実路走行におけるタイヤに加わる荷重・横力・前後力等を算出することで、室内ドラム試験法の試験条件を設定した。試験条件の設定においては、室内ドラム試験法によるタイヤ摩耗量と実車走行におけるタイヤ摩耗量の相関性を確認することが要望されており、比較用基礎データとして、実車走行におけるタイヤ摩耗量データの取得が必要である。

本研究では、基準タイヤである Standard Reference Test Tyre（SRTT16）および比較用タイヤを装着した実車 1 台を用いて、室内試験条件の検討に用いた実車走行と同様の走行条件である平地路、山坂路およびテストコースで実車走行を行い、タイヤ摩耗量を測定した。これにより、室内ドラム試験の実車走行再現性の検証に利用可能なタイヤ摩耗量に関する基礎データが取得できた。

(26) 先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 松田 智行，高橋 昌志

〔委託元〕

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

《研究概要》

全固体リチウムイオン電池（LIB）に関して、パック内温度分布や車両性能シミュレーション技術開発、寿命及び安全性評価技術開発、ならびに全固体 LIB の優位性検討を 5 年計画で行った。5 年目の 2022 年度は以下の内容を実施した。

シミュレーション技術開発では、構築した電池パックモデルにより第 1 世代全固体 LIB では冷却レスが可能であることが示唆するデータが得られた。エネルギー密度の高い次世代全固体 LIB について同様にモデル化し、熱的影響を確認した。また、次世代全固体 LIB を搭載した想定車両の電費シミュレーションにより、全固体 LIB の優位性が出る要求性能を評価した。

技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター（LIBTEC）試作の全固体 LIB を用いて、電極の大判化、および積層化が寿命に及ぼす影響を評価し、IEC62660-1 寿命試験法の全固体 LIB への適用性を確認した。安全性評価では、電極を大判化した全固体 LIB の発熱挙動や機械的負荷（振動、衝撃）による影響を評価し、小型の全固体 LIB との安全性を比較した。内部短絡模擬試験（釘刺し試験）では、釘先端形状の違いによる短絡の厳しさや短絡形態への影響を確認するとともに、最適な試験方法を検討した。

(27) 水素充填インターフェースおよび水素品質に関する ISO/TC197 国際標準化

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 渡辺 知絵，清水 貴弘

〔委託元〕

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

《研究概要》

水素関連技術の国際標準化を推進するため、ISO/TC197 の自動車関連の規格について国内審議体制を設けて技術検討を行った（5 年計画 5 年目）。水素充填インターフェース関連では、水素充填コネクタの国際標準化（WG5, ISO17268）にて水素流量で規格を分ける改訂議論が開始され、CD が提出された。水素充填プロトコルの国際標準化（WG24, ISO19880-1）では、充填プロトコルを独立させた新規プロジェクト ISO19885-1~3 が開始されており、船舶や鉄道も対象とした水素の大量普及に向けたプロトコル概念の検討を継続した。水素品質関連では、水素燃料仕様（WG27, ISO14687）にてデータに基づく改訂案の議論と許容濃度の緩和、規格上の管理成分（ギ酸）の削除にともなう分析を含む水素品質管理負担低減、水素品質管理の国際標準化（WG28, ISO19880-8）では、ISO14687 改訂にともなう各不純物のリスクアセスメント指標値の議論が進められ、CD 原案の確認を行った。WG27, 28 では日本が議長を務めて国際審議を牽引し、FCV 大量普及期を想定した改訂に向けた技術検討に取り組んだ。

(28) 燃料電池自動車の国際基準調和・国際標準化に関する研究開発

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 富岡 純一

〔委託元〕

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

《研究概要》

燃料電池自動車（FCV）の世界統一技術基準 GTR13 の合理的な改定（Phase2 審議）および円滑な国内導入に向けて、高圧ガス保安法に係る各試験法案の技術的な検討及び国際審議の推進を行った。2018 年度から 2022 年度の 5 年計画が完了した。

日本から提案した主な項目は、初期破裂圧力の適正化（公称使用圧力の 2.25 倍から 2.0 倍へ）、金属材料の水素適合性試験法、アルミニウム合金の腐食試験法（HG-SCC 試験法）、容器火炎暴露試験の再現性向上、新構成容器（小径接続容器）の評価法の織込み等である。これらの項目の内、水素適合性試験法と HG-SCC 試験法については、GTR13 の Rationale パートに参考試験法として記載されたが、その他の項目は、試験法本文に反映された。GTR13 は、2022 年 12 月の国連 GRSP で承認され、2023 年 6 月の国連 WP29 で GTR13 Amendment.1 として成立した。

また、GTR13 Phase2 の Rationale では、Phase3 改定に向けた課題も示されている。Phase3 では、大型車の火災・衝突安全や液化水素貯蔵システムの評価基準、各試験法の合理化等が課題として示された。安全性を確保しつつ、過剰な要求を抑制した合理的な基準となるよう、日本提案に資する研究を継続的に進める必要がある。

(29) HDV 等の新プロトコル対応の水素燃料計量システム技術と充填技術に関する研究開発

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 山田 英助

〔委託元〕

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

《研究概要》

「超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業／水素ステーションのコスト低減等に関連する技術開発／HDV 等の新プロトコル対応の水素燃料計量システム技術と充填技術に関する研究開発」の一環として、大型車（HDV）用の水素充填技術等に関する調査・研究と HDV 等の新プロトコル対応に係る技術検証を実施している。2022 年度は 3 年計画 3 年目である。以下に 2022 年度の実施内容を示す。

- ・ 昨年度開発した 3 次元の固体熱伝導と流体シミュレーションにより福島水素充填技術研究センターの実証試験結果を模擬した。充填時の温度変化を概ね同程度の範囲で良好に模擬することができた。また、シミュレーションから、充填口と逆側の容器内の水素ガス温度が顕著に高く局所的に 80℃を超えていること、乱流エネルギーの高い中央部で、熱伝達が大きくなることにより容器固体壁の温度上昇に繋がることなどが分かった。
- ・ HDV 用に特化した水素充填設備や計量関連技術等の試験評価が可能な福島水素充填技術研究センターを整備し、計量および充填の実証試験を実施した。センターの充填性能目標として掲げていた、HDV 相当の 80kg の水素充填が可能な容器に初期圧 10 MPa から 10 分程度で充填完了の達成を確認した。

(30) 情報共有，HRS 構成部品類の性能評価法の検討及び性能評価データの公開方法等の審議

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 山田 英助

〔委託元〕

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

《研究概要》

「超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業／水素ステーションのコスト低減等に関連する技術開発／本格普及期に向けた次世代ステーション・充填技術の研究開発」の一環として，革新的水素充填プロトコルの水素ステーション（HRS）での実用化に向けて関連業界内への周知を進めるため，水素ディスペンサ配管熱容量検討会を主催し，情報を共有することで革新的充填プロトコルの認知度・理解度を促進する。3年計画3年目の2022年度は水素ディスペンサ配管熱容量検討会を4回開催した。検討会での主な議事内容と成果を以下に示す。

- ・ 熱容量の性能評価法の理論的な説明を行うことで関連業界内への周知を進め，性能評価法の開発試験用に部品提供等の協力が得られた。
- ・ HRS の構成部品類の開発試験結果から性能評価法の基準案を作成し，検討会での審議を経て，一般財団法人石油エネルギー技術センター（JPEC）の水素スタンド自主基準の「圧縮水素スタンドの配管等の有効熱容量測定のパフォーマンス評価基準 JPEC-S 0012（2023）」の制定に至った。

(31) 大型 FCV 用液体水素貯蔵システム開発に向けた容器内液体水素挙動解明

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 富岡 純一

〔委託元〕

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

《研究概要》

カーボンニュートラルに向けて，大型・商用モビリティの FC 化は重要な要素となる。中でも，大型・長距離用 FC トラック・バス等へは，既存の圧縮水素貯蔵より貯蔵密度が高い液体水素貯蔵システムの搭載が期待される。ただし，液体水素貯蔵を実現するためには，充填時の水素排気ロス削減や水素供給制御等の課題を解決する必要がある。本研究開発では，これらの課題解決のための基盤研究として，液体水素の充填・供給技術に係る物理的挙動の把握を行い，液体水素貯蔵・供給システムの開発促進に資することを目的とする。なお，本研究開発は，琉球大学，東京大学，神戸大学と共同で実施している。2022年度から2年計画（1年延長の可能性あり）の1年目。

液体水素を容器に充填する際，ステーション側との差圧を利用した充填の場合，容器内の圧力を下げるため，容器内の気体水素を排気する必要がある。この排気ロスを削減するため，容器内の気体水素を充填中に再液化することが有効と考えられる。最大限に再液化するためには，再液化の物理現象の理解が必要である。再液化の理解および効率的な充填方法の検討に向けて，2022年度は予備的な検討やシミュレーションモデルの作成等を実施した。

(32) インドネシアカーボンニュートラル燃料評価基盤技術構築支援

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 松野 真由美

〔委託元〕

海外産業人材育成協会

《研究概要》

多くのバイオマス資源を持つ東南アジア等の新興国では、政策的にバイオディーゼルの高濃度化を進めている。特にインドネシアでは、B40 燃料の使用が検討されていることから、高濃度バイオディーゼル混合軽油が排出ガス浄化装置やエンジン本体に及ぼす影響調査が急がれる。本研究ではインドネシア軽油に PME を 40 vol.%混合した B40 燃料と、B0 燃料（JIS2 号軽油ベース）を試験燃料として、インドネシアジャカルタ市内での走行を模擬した軽負荷走行パターンを繰り返すことにより、台上での 400 時間耐久試験を実施した。評価項目として、排気エミッション、エンジン出力、燃費、EGR および DOC へのデポジット堆積、燃料フィルタ詰まり、エンジン油の劣化状況について詳細に調査した。その結果、燃料フィルタ詰まりについて、燃料影響が顕著に現れ、400 時間（換算走行距離約 11,000 km）においてテストサイクル中の燃料フィルタ平均差圧が B0 燃料に比べ B40 燃料では約 6 倍高くなった。さらに B40 燃料では、エンジンオイル中に PME が混入することによる劣化加速の可能性や、EGR バルブ固着成分が多くなることが明確となった。

2.2 安全分野

(33) 自動運転技術の開発・評価に資するテストシナリオジェネレータ機能に関する研究

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 北島 創

《研究概要》

一般道の複雑な環境において自動運転車が安全で円滑に走行するためには、高度な認識・判断技術の開発・評価が欠かせない。そのような開発・評価に活用できるツールを確立するために国内外で様々な研究が進められている。本研究では、JARI のマルチエージェント交通流シミュレーションと金沢大・自動運転システムを接続し、認識・判断技術の高度化に資するテスト機能の研究を目的とした。

前年度の研究では、シミュレーションと自動運転システムを接続すれば技術の高度化が評価できるわけではなく、テスト対象の自動運転システムの基本性能が高いほど、対処が難しい場面に遭遇しにくくなることがわかった。そこで、エージェント同士のシミュレーションによって得られた対処の難しい場面を予め抽出し、事後的な検証のために再現できる機能を実装した。この機能によって自動運転システムが事後的に対処の難しい場面に遭遇できるようになり、より高度な対処に求められる認識・判断技術を効果的に開発できる可能性が示唆された。今後は、予め抽出された場面をさらに有効活用するテスト機能を開発・実装していく予定である。

(34) Effects of vehicle safety design on road traffic deaths, injuries, and public health burden in Asia

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 今長 久

《研究概要》

本研究では、車両安全対策が比較的進んでいない中低所得国の例として ASEAN 地域を対象に、車両安全設計の改善と保護装置の使用によって回避できる死者数と障害者数を推計している。2021 年度は、二輪車用ヘルメットの使用など、国連の安全基準が遵守された場合の交通事故死者数と障害調整生存年 (DALYs) の削減量を推定した。続いて 2022 年度は、上記技術の効果予測モデルを改良し、チャイルドシートと自転車用ヘルメットの効果予測を追加したほか、3 つの運転支援技術 (衝突被害軽減制動制御装置 (AEBS), 車線逸脱抑制装置 (LKA), 速度制限装置) の普及による効果を推計した。

優先的な国連自動車安全基準 (シートベルト, チャイルドシート, オートバイ用ヘルメット, 自転車用ヘルメットなどの保護技術) を使用することで、34,373 人以上の人命 (250 万 DALYs) を救えることがわかった。また、AEBS, LKA, 速度制限装置が利用できれば、死亡者数 (DALYs) をそれぞれ 10,005 人 (957,878), 9,589 人 (620,255), 32,471 人 (2,148,697) 削減できると推定された。この調査結果により、自動車の安全技術を遵守して保護具の使用を奨励することは、交通事故死ゼロに向けた最善のアプローチのひとつであることが確認できた。

(35) 一般道における自動運転の権限移譲時に対応する運転支援 HMI の開発検討

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 長谷川 諒

《研究概要》

人間の心理的特性である意識的処理仮説では、同じ動作を繰り返すことで意識的な制御なしで複合的なタスクを実行できるが、特定の環境下では、複合タスクの構成要素に注意が向くことでパフォーマンスが低下するとされる。この特性を運転タスクに適用するとドライバーに対する不適切な情報提供は運転パフォーマンスの低下につながる可能性がある。望ましい目標に対する許容偏差を明確に指定する情報提供の方法が考えられるが、ドライバーがどの程度厳格に目標に沿って運転しているかは明確ではない。そこで、人間の運転行動の構成要素である認知・判断・操作に対し、厳格さの異なる教示が影響としてどのように顕在化するかを明らかにする必要がある。本研究では、ドライバーに対する教示の厳格さを変化させた場合の影響として、直線路、曲線路における車線維持パフォーマンスに着目して調査を行った。その結果、直線路では、教示の厳格性が高い方がパフォーマンスも高くなる傾向が示された一方、曲線路では、教示の厳格性はパフォーマンスに影響しないことが分かった。今後、運転時の視認行動の違いを考慮して、教示の厳格さの影響をより詳細に検証する予定である。

(36) グレイゾーンにおける RTI 時の認知モデルの作成と評価

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 遠藤 駿

《研究概要》

自動車の運転においては、客観的に十分な余裕をもってリスク回避できる場面が、ドライバーの認知・判断の過程によって危険な場面に変化する。しかしドライバーの判断・操作と走行安全性を結び付けて評価するために、安全／危険がドライバーの振る舞い次第で変わる場面を網羅的に実験検証することは、コスト、時間、安全などの制約がある。そこで、マルチエージェント交通流シミュレーション上にドライバーの振る舞いを詳細に模擬し、より現実に近い環境を構築すれば様々な制約を解決できる。本研究では、ドライバーの知覚・認知・判断の精緻なモデル化（処理過程の模擬）、およびモデルの事例評価を実施する。特に、誰もが共通に考える安全領域と危険領域のどちらにも属さない、判断が難しい狭間の領域（グレイゾーン）に着目し、それを再現できるようなドライバーのモデル化に向けた検討を行った。具体的には、グレイゾーンの定義や既存の認知・判断モデルの調査、およびマルチエージェントシミュレーションに実装されているコードの分析を実施した。次年度以降、交通流シミュレーションのエージェント行動ロジックのアップデートに向け、今年度の成果をモデル化やコード実装に活用していく予定である。

(37) 感情状態による自動運転 RTI 時の運転パフォーマンスのモデル化

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 李 柱衡

《研究概要》

自動運転レベル 3 以上のシステムを利用中のドライバは、前方注視やハンズオンなどからある程度解放され、映画やドラマなどの視聴、ゲーム、通話なども許容される。ただし、レベル 3 の自動運転中に限っては、ドライバは車両からの RTI (Request to Intervene) に従って運転を引継ぐ義務がある。自動運転中に利用するサービスのコンテンツ (映画、ドラマなど)、携帯電話のゲームなどによっては、人間の感情状態 (楽しい、楽しくないなど) に大きく影響する。ドライバの感情状態の変化 (望ましい方向・望ましくない方向の両方) は、突発的な RTI に対する運転引継ぎパフォーマンスに影響を及ぼす可能性がある。そこで本研究では、ドライビングシミュレータを用いた実験により運転引継ぎパフォーマンスの調査を行った。

実験の結果、感情状態の違いは、前方の危険な状況に対するドライバ反応には影響しなかったが、後方の状況認識が十分でないことで運転操作がやや過激になる傾向を確認した。この結果は、より安全な運転引継ぎを達成するためには、ドライバの感情状態を把握する必要性を示唆している。

(38) 歩行者横断が予測される潜在危険箇所における運転支援に関する研究

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 山口 伊織

《研究概要》

本研究では、前年度に引き続き JARI-ARV を用い、駐車車両の陰から歩行者飛び出しが予測される場面において、ドライバに速度低減を誘導するための 2 つの支援 (文字情報支援と視覚情報支援) を検証した。ドライバは駐車車両が両側に配置された道路を通過し、その時に死角となる駐車車両奥からの飛び出しに対するドライバの回避行動は減速のみに限定される。文字情報支援は、歩行者飛び出しが生じた場合に想定減速度 (7.8m/s^2) によって停止可能な最大速度 (15km/h) を提示した。視覚情報支援は、駐車車両付近に対してポールによる狭窄部を再現した CG オブジェクトを表示した。実験では予めそれぞれの支援の目的と内容を教示した。

実験の結果、支援のない走行におけるドライバ 16 名の平均速度は 37km/h 、文字情報支援のみと文字情報支援に視覚情報支援を併用した場合の平均速度は 20km/h 程度となった。文字情報支援のみで速度低減がみられたのは 7 名、その残りの 9 名のうち 5 名は視覚情報支援を追加することで文字情報支援のみよりも速度低下がみられた。これらの結果から、文字情報支援に視覚情報支援を追加することで、より多くのドライバに大幅な速度低減を誘導できると期待される。

(39) 自動運転評価法のシナリオ構築に向けた検討

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 加藤 良祐

《研究概要》

近年、自動運転車の安全性評価の論証体系構築に向け、安全性を評価するシナリオ構築の在り方の検討が精力的になされている。検討では、自専道における相手車が1台登場する基本的なシナリオから構築が進められているが、将来的には一般道において相手が複数登場するなど、より複雑なシナリオが想定される。本プロジェクトでは、より複雑な交通環境における評価シナリオ構築を基本的な目標とし、交通環境における錯綜のパターンを概念的な挙動のレベル（車線変更する、減速するなど）で網羅的に生成する方法、およびそのパターンにおいて各車両の動き方（車間距離や速度の変化）を簡単に表現するモデルを定義し、そのモデルにより多様な動き方を再現する方法の構築を行っている。

本年度はこれまで検討してきたシナリオ構築環境を実用するための取り組みが完了したことから、今後は受託研究事業での、一般道における安全性評価シナリオ生成への活用も期待されている。

(40) MBDによるモデル化のための事前検討

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 加藤 良祐

《研究概要》

NEDOのグリーンイノベーションプロジェクトにおける、「電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発」の研究開発項目3として「電動車両シミュレーション基盤」(GI-MBDプロジェクト)を進めるにあたり、事前検討としてCAN情報の取得方法の検討、AEB試験のバラつき、およびLiDARの周辺環境影響について検討を実施した。CAN情報の取得については、読み取り機器をCANの配線に介入させることで必要な情報が得られることを確認した。AEB試験のバラつきに関しては、実車試験時のAEBSによる停止位置のバラつきを確認し、その要因分析を実施した。LiDARの周辺環境影響については、特異環境試験場内で雨や霧を発生させたときのLiDARのオブジェクト認識距離の変化量を確認した。

今後、この検討結果をGI-MBDプロジェクトにフィードバックさせることで、プロジェクトが円滑に進められることが期待できる。

(41) 大規模マイクロ交通事故データに基づく人身被害予測モデルの構築

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 佐藤 房子

《研究概要》

衝突被害軽減制動制御装置等の先進運転支援システムや自動運転システムは、交通事故原因の9割以上を占める人的ミスの低減を見込めるとして、その高度化と普及の早期の実現が期待されている。先進運転支援システムや自動運転システムの高度化と普及に向けた様々な場面において、これらシステムに搭載されている各先進安全技術の安全性や事故低減効果を適切に評価することが必要である。そこで本研究では、衝突直前の車の挙動から、衝突後に発生する傷害リスクを予測するための傷害予測モデルを構築し、各先進安全技術の安全性や被害軽減効果の定量的な評価方法として提案することを目的とした。

2022年度は、米国の事故データに国内の事故データを混合することにより、軽自動車関連の事故における予測性能を向上させ、国内の事故に対して予測可能な傷害予測モデルを構築した。また、構築した傷害予測モデルを構成している変数（事故データ項目）間の因果関係から、傷害予測に大きく寄与する事故データ項目を明らかにした。なお、本研究の一部は国土交通省交通運輸技術開発推進制度の助成を受けて実施した。

(42) バーチャルテストングに向けた調査研究

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 佐藤 房子

《研究概要》

衝突試験のバーチャルテストングの実現に向けた研究活動は、特に欧州において活発になってきている。本テーマでは、今後国内でも議論されると予想されるバーチャルテストングの基準化・標準化活動に備えるため、欧州の動向調査を継続するとともに、国内関連組織へのヒアリングを実施した。

欧州における動向調査としては、主に HBM4VT での情報収集を行なった。HBM4VT では、自動車の安全性と傷害バイオメカニクスの観点から、人体モデルを開発・使用する国際的な専門家たちから経験や知見を集約し、利用可能な人体モデルの現状、傷害リスク予測を改善する可能性、既存の欠点について議論がなされている。本テーマでは HBM4VT へ参加し、そこでの議論の内容や展開された情報を整理した。さらにこれらの内容を受け課題を検討した。

国内関連組織に対して実施したバーチャルテストングに関するヒアリングでは、各組織における考え方やニーズ、問題点等を把握した。またこれを踏まえ、今後取り組むべきバーチャルテストングの課題を整理した。

(43) 深層学習手法を用いたドライブレコーダ画像に基づく歩行者傷害予測アルゴリズムの構築

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 國富 将平

《研究概要》

先進事故自動通報システムの傷害予測対象は自動車乗員のみと限られており、歩行者を含む交通弱者への適用拡大が望まれている。しかし、従来手法では歩行者に対する高精度な傷害予測は困難であり、その改善が必要である。

そこで本研究では、深層学習による画像認識手法を活用することで、歩行者衝突画像から傷害レベル（死亡・重傷または軽傷・無傷）に応じた歩行者を高精度に検出するアルゴリズムの構築を目指している。

2年計画の1年目である2022年度は、歩行者対自動車事故が記録されたドライブレコーダ画像と人身傷害情報から構成される画像データセットを作成した。人身傷害情報が欠損した事故データに対しては、歩行者衝突事故シミュレーションや衝突時の歩行者挙動を基に傷害レベルを推定及び補完した。さらに画像データセットを基に作成した傷害予測モデルによる傷害レベル別歩行者検出を試みた。その結果、16件中10件のテストデータに対して、正しい歩行者傷害レベルに応じた検出が確認され、その正解率は62.5%であった。今後、課題であるアンダートリアージと未検出に着目し、予測精度の向上に向けたモデル最適化について取り組む。なお、本研究の一部は公益財団法人スズキ財団の課題提案型研究助成を受けて実施した。

(44) 自動車衝突安全技術の応用研究

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 樋口 友樹

《研究概要》

ヒトと同一空間で作動するロボットのヒトに対する衝突安全性基準の策定のため、ロボット（鈍的なパーツ）が人体に衝突した際の軟組織傷害（皮下出血など）の耐性基準値の明確化が必要とされている。

これまでに代替動物を用いて実験的に耐性基準値を取得する研究や、有限要素法により人体における耐性基準値を求める研究が行われているが、これらの研究から得られた基準値は、限られた部位に限られた種類の形状の圧子で負荷した際のものであり、部位や圧子形状を変化させた場合の影響の予測は難しいのが現状である。

本研究では、特定の条件下で得られた基準値を多様な条件へ拡張可能とするため、軟組織と圧子の接触における基礎的知見を得ることを目的とし、有限要素法を用いた検討を実施した。具体的には、皮膚と脂肪のみから成るシンプルな形状の軟組織モデルに対して剛体圧子により衝撃負荷を与えるシミュレーションを皮膚厚さ、材料特性などを変化させて実施し、その影響を観察することで軟組織におけるひずみ集中のメカニズムを調査した。

その結果、ひずみ集中のメカニズムを4種類に分類できることがわかり、それぞれのメカニズムについて考察することができた。

(45) 画像記録型車載装置に関する調査研究

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 三上 耕司

《研究概要》

車両への搭載が急速に進んでいる先進運転支援システム（ADAS）機能や自動運転機能に対し、車両で記録すべき情報に関する議論が国連や各国で行われている。また、一部メーカーでは ADAS 機能が作動中の車両情報を記録する機能（ADAS-EDR）を有する車両が発売されている。

本研究では、これまでに ADAS-EDR に保存される情報の明確化を目的として、ADAS-EDR の機能を有する車両を用いた検証実験を行ってきた。2022 年度はそれら分析から記録精度について検証を行うとともに、画像を記録する車載装置について調査を実施した。

その結果、ADAS-EDR の記録条件や時間応答性などについて確認することができた。また、一部のメーカーでは車両搭載システムに画像が記録されることを明示しており、研究開発などのために活用していることがわかった。今後はこれら検証の結果を整理し、保存される情報の定義、精度、記録条件などを明らかにするとともに、ADAS-EDR に保存される情報の具体的な利活用についての検討や、交通事故分析などに活用しやすい環境整備に努めることが必要と考える。なお、本研究はボッシュ株式会社との共同研究である。

(46) 高齢運転者の車両安全対策に向けた調査研究

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 岩城 亮

《研究概要》

高齢運転者人口は年々増加傾向であり、交通事故全体に占める高齢運転者の割合は増加している。また 2021 年 6 月にとりまとめられた交通政策審議会陸上交通分科会自動車部会報告書「交通事故のない社会を目指した今後の車両安全対策のあり方について」では、重点項目「社会的背景を踏まえて重視すべき重大事故の防止」として、「高齢運転者等による運転操作ミスや健康起因による事故の防止」が掲げられており、高齢運転者に対し、より一層の車両安全対策を検討することが重要であると考えられる。さらに高齢者の運転免許保有者数は増加しており、今後の交通社会において、高齢運転者を対象とした車両安全対策が、より重要になっていくと考えられる。

本研究では、高齢運転者（65 歳以上）による交通事故の特徴をより詳細に把握し、高齢運転者に向けた車両安全対策の検討に資する情報を整理することを目的として、事故データ分析を実施した。具体的には、高齢者は非高齢者と比較して、年齢による身体機能のバラツキが大きいことを考慮し、高齢運転者の年齢層を 65～74 歳、75 歳以上に分割して事故データ分析を実施し、高齢運転者による交通事故の特徴として整理した。

(47) 近年の車両におけるエネルギー吸収特性の検討

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 福山 慶介

《研究概要》

交通事故解析では、衝突速度の算出に必要となる車両の変形エネルギーを、エネルギー吸収分布図から推定する。現状の前突車用のエネルギー吸収分布図は、2000年頃までの前面衝突試験データを元に作成され、その後の車両の電動化や、新たな衝突試験法の導入等に伴う車両構造の変化は考慮されていないことから、近年の車両における変形エネルギーの推定精度は担保されていない。また、現状の前突車用のエネルギー吸収分布図は、作成主体によりエネルギー吸収特性の補正方法が異なることや、車種カテゴリにより細かく分類されたエネルギー吸収分布図を適切に選択する必要があること等から、交通事故解析の実務を煩雑にしている。

そのため、近年の車両に適用可能で、かつ実務に適した合理的な使用方法に統一された前面衝突車用のエネルギー吸収分布図が必要である。

本研究では、近年の車両の前面衝突試験データを用いて、車両のエネルギー吸収特性を検討するとともに、エネルギー吸収特性の補正方法についても検討し、変形エネルギーの推定精度を向上させつつ、車種カテゴリの細かな分類を必要としない新たなエネルギー吸収分布図が成立し得る可能性を示した。

(48) バス車内事故に関する事故実態調査

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 伊藤 輔

《研究概要》

車両の衝突を伴わない乗合バスの車内事故（バス車内における乗客転倒や扉挟み込みによる負傷など）は、乗合バス事故全体の約3割を占めており、車内事故の防止に向けた対策検討が必要とされている。国土交通省では、事業用自動車総合安全プラン2025において、「令和7年までに車内事故件数85件以下」を乗合バスの個別目標として掲げており、車内事故削減に向けた更なる対策が求められている。

本研究では、将来の車内事故防止対策に資する知見の構築を目的とし、自動車事故報告書の車内事故事例を基に具体的な事故要因について分析している。これまでに、車内事故の要因を乗務員要因、乗客要因、車外要因（自動車の割り込みなどが要因となり発生した車内事故）に分類して車内事故発生状況を整理し、さらに、車外要因事故について深堀分析を行って車外要因別に効果が見込まれる対策例を整理した。2022年度は、新たに2021年の車内事故を追加するとともに、2018、2019、2020、2021年の4カ年分の車内事故事例を対象に集計分析を行うことで、経年変化に着目した分析を実施した。今後も車内事故削減に向けて継続的に分析を実施することが望まれる。

(49) 歩行者事故低減を目的とした子ども用教育ツールの開発と普及に関する研究

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 大谷 亮

〔助成元〕

一般社団法人日本損害保険協会 自賠責運用益拠出事業

《研究概要》

本研究では、歩行者事故低減を目指し、歩行中の死傷者数が多い7歳児を含む子ども用教育ツールの開発と普及、および道路での保護者による子どもの適切な監視に資する資料を得ることを目的とした。

具体的には、①対面調査による子どもの交通安全知識の年齢差に即した教育ツールの内容検討、②保護者に受容されやすい教育ツールの要件把握、③先行研究で示された歩行中の子どもとの手つなぎに影響する要因の検証の3点を行った。

上記の対面調査により、教育時に利用可能な道路標識および交通安全用語に年齢差があること、道路横断時に必要な行動の順序を理解している子どもが7歳児でも50%に至らないことが判明し、発達段階毎に教育内容を選定することの重要性がわかった。また、所用時間を30分以内にするなど、保護者や地域住民といった教育担当者に受容されやすいツールの要件を抽出した。さらに、歩行中の保護者の監視を目的とした手つなぎの成立に影響を及ぼす要因として、先行研究と同様に、保護者の危険認識や養育態度が関係していることが示された。

今後、本研究の結果の追試を行うとともに教育ツールを試作し、子どもの知識変容などへの影響を検討する予定である。

(50) 障害者運転のリスクマネジメント：緑内障を例とした攻めと守りの支援デザイン

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 佐藤 健治

〔助成元〕

独立行政法人日本学術振興会

《研究概要》

緑内障に関する疫学調査によると、40歳以上の20人に1人が緑内障に罹患していることが報告されている。緑内障による社会生活への影響は、症状の進行状況により様々であるが、自動車の運転に関する詳細な影響は把握されていない。先行研究では、緑内障患者は眼球運動により視野障害を補償していることを示唆したものの、補償行動に関する研究はわずかである。そこで、本研究では、緑内障を患うドライバーの補償行動のうち、特に視認行動を把握するため、ドライビングシミュレータを用いて、様々な交通場面を対象に、視認行動を調査した。実験結果から、各交通状況における緑内障患者と健常高齢者との眼球運動について、周囲の交通参加者や道路の附属施設の有無によって異なる可能性が示された。具体的には、周囲に歩行者、対向車や駐車車両がない単純な交通状況において、健常高齢者よりも緑内障患者のほうが眼球運動のサッカー回数少ない特徴が見られた。また、急な歩行者の横断場面においても、歩行者横断前のサッカー回数が衝突有無やブレーキ反応時間に影響を及ぼす可能性が示された。

(51) 高齢者および疾患者を対象とした運転スキルの評価およびメタ認知教習方法の研究

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 内田 信行

〔助成元〕

独立行政法人日本学術振興会

《研究概要》

近年、高齢ドライバーが引き起こす交通事故が社会的な問題となる一方で、公共交通機関が未発達な地方部では、運転能力が多少低下したドライバーであっても、日常生活のために運転せざるを得ないという状況が生じている。そのため、運転能力の低いドライバーに対して安全運転を促す手法の提案が求められている。そこで、本研究では高齢者および疾患者に安全運転を促す方法論の提案を目的として、香川大学創造工学部鈴木研究室で進められている 3 ステップからなる安全運転支援プロセスの研究を共同で実施している。具体的には認知能力が低下したドライバーに対する最初の支援プロセスとして、安全運転が可能かを判定する。続いて、安全運転が困難であると判断されたドライバーに対して、運転に関するメタ認知能力(自身の運転能力を正確に理解する能力)の改善による、安全運転を促すトレーニングを実施する。最後に、安全運転が困難なドライバーに対して、自動車より操作が容易である代替移動手段の利用をを提案するという段階的な支援プロセスの開発に取り組んでいる。

(52) 電動・自動運転車開発を加速するデジタル技術基盤の構築

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 高山 晋一

〔委託元〕

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

《研究概要》

「グリーンイノベーション基金事業／電動車等省エネのための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発／電動車両シミュレーション基盤の構築」において OEM、サプライヤーが共通で利用可能な電動・自動運転車のモデル化が求められている。これは、昨今注目をされているモデルベース開発 (MBD) によって、より環境に良い、より安全な車両の開発スピードを上げ、より安全・安心な交通社会を早期に構築するためである。本プロジェクトでは、OEM、サプライヤーが使用しているソフトウェアを基本としながら、共通で利用が可能となるモデルのインターフェースの検討や、モデルの精度を検証するための評価シナリオの検討を進める。また、精度が良いモデルを構築するため、車両の各部品単位で実験値からモデルを構築するスキームを検討し、かつ、実験に必要な機器の選定、導入をおこない、車両のモデル化に向けた準備を進めた。なお、本プロジェクトの詳細については、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、グリーンイノベーション基金ホームページに記載されている。

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/in-vehicle-computing-simulation-technology/>

(53) 「無人自動運転等の CASE 対応に向けた実証・支援事業（自動走行システムの安全性評価基盤構築に向けた研究開発プロジェクト）」

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 小西 薫

〔委託元〕

経済産業省

《研究概要》

交通事故の削減、渋滞の緩和などに向けて自動運転への期待は高いが、ドライバの運転を前提とした従来の考え方に加えてシステムによる車両制御に対応した新たな安全性評価手法の策定が必要である。策定にあたっては、諸外国と協調した国際標準化を進めることが重要である。そこで、経済産業省・国土交通省は SAKURA プロジェクトという形で ALL・JAPAN 連携による安全性評価手法を検討し、国際標準策定の議論のリードと国際基準への貢献を目的としている。

自動車専用道における安全性評価のコンセプトを一般道に拡張し、58 パターンの対四輪車の一般道シナリオを作成することに加え、右折時の進行妨害の定量化を実施した。シナリオ DB 実用化に向けて開発・評価ニーズの高い機能の特定と評価シナリオの説明性・透明性の確保の準備を行った。さらに、日独連携のもと ISO34502 を発行し、今後の一般道評価手法の開発・協調に向けて欧米の専門家との連携を推進した。SIP 自動運転と連携した安全性評価基盤・ISO34502 を実システムの評価に適用・実践するとともに、一般道対応に必要な論証体系・評価手法を検討することが今後の課題である。

(54) ドライバー異常時対応システム作動時における周辺車両への適切な外部報知方法の検討

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 鈴木 崇

〔委託元〕

国土交通省

《研究概要》

ドライバーが急病等により運転の継続が困難になった場合に自動車を自動で停止させる「ドライバー異常時対応システム（EDSS）」の基本設計書が 2020 年 10 月に改訂された。その際に実施された実証実験の結果、既存のハザードランプやウィンカーランプを活用した車外報知によって一定の報知性能および安全性の確保が確認された一方で、実験参加者へのヒアリング等を通じて、より緊急性を強調させた報知機能を検討することで、より安全確保に資するシステムの実現に繋がる可能性が指摘された。

そこで本研究では、新たな車外報知手法の提案および、その報知手法に対する周辺ドライバーの認知と減速行動を検証するための実験方法を検討した。高速道路場面では、ドライバー異常発生車の後方から接近する車両への報知性向上を目的として、ブレーキランプおよびハザードランプを高速点滅（3～5Hz）させる機構を実車に組み込み、報知性が高い点灯パターンについて検討した。また、一般道路場面では、周辺の交通参加者への報知性向上を目的として、ホーンの吹鳴パターンや前照灯の点滅有無について検討した。本研究で得られたデータは、次年度以降に計画される実証実験のための基礎データとして活用される。

(55) 車両安全対策の総合的な推進に関する調査

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 面田 雄一

〔委託元〕

国土交通省

《研究概要》

国土交通省では、道路交通事故の防止および被害軽減を図るため、自動車安全基準の拡充・強化などの車両安全対策を実施している。効果的な車両安全対策を実施するため、様々な角度から事故の実態を分析するとともに、今後の死者数削減効果が期待できる対策の効果予測や、既に実施済みの対策の効果を検証するための事後効果評価の実施、さらにその結果から対策の見直しを行うといった「自動車安全対策のPDCA サイクル」を実施している。

本調査では、2021年6月の交通政策審議会陸上交通分科会自動車部会報告書で示された交通事故死傷者数の削減目標（2030年までに2020年比で車両安全対策により30日以内交通事故死者数1,200人、重傷者数11,000人削減）に向けて、交通事故総合分析センターが所有する事故データベースや既存の研究事例などを活用し、客観的なデータに基づいて、今後普及が期待される装置の事故削減効果予測を実施した。

具体的には、予防安全装置（対歩行者AEBS（夜間）、交差点AEBS（右左折時の対歩行者事故）、およびペダル踏み間違い時加速抑制装置）に対して、装置の機能・作動条件や将来的な普及率を考慮し、2020年比での各装置の事故削減効果を推計した。

(56) バス車内事故発生要因調査

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 伊藤 輔

〔委託元〕

国土交通省

《研究概要》

国土交通省は、事業用自動車総合安全プラン2025において、「令和7年までに車内事故件数85件以下」を乗合バスの個別目標として掲げており、更なる車内事故削減に向けた対策が求められている。

本研究は、車内事故発生要因等の分析結果より有効と考えられた「乗客の立ち上がりを乗務員に報知する装置」について、路線バス車両を用いた実験を実施し、その効果を検討した。また、バス乗務員による装置に対する受容性等の観点からの主観評価を実施した。実験により、「乗客の立ち上がりを乗務員に報知する装置」が、実験参加者の立ち上がり乗客への気付きに寄与しており、装置の有用性が確認された。また、装置がない条件でのみ立ち上がり乗客の見落としがあった。さらに、バス乗務員による主観評価について条件間で比較した結果、乗客の立ち上がりを視覚情報（モニタ上の点滅刺激）と聴覚情報（スピーカから呈示した人工音声）の両方を用いて報知する装置が高評価であった。

今後、本研究で得られた実用・普及に向けた課題について更なる検討を進め、「乗客の立ち上がりを乗務員に報知する装置」を実用化することで、路線バスにおける車内事故低減に寄与することが望まれる。

(57) 衝突被害軽減制動制御装置 [交差点] の自動車アセスメント評価導入に向けた調査研究

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 若杉 貴志

〔委託元〕

独立行政法人自動車事故対策機構

《研究概要》

国土交通省と独立行政法人自動車事故対策機構が進める自動車アセスメント（JNCAP）では、従来の衝突安全性能評価に加え、2014年度から各種予防安全性能評価を順次導入してきた。代表的な予防安全技術の一つである衝突被害軽減制動制御装置（AEBS）に関しては、前方車両への追突、前方の横断歩行者、および前方の自転車（追突と出会い頭）に対する事故低減性能の評価が行われている。JNCAPのロードマップでは、AEBSの支援範囲拡充による更なる事故低減を目指し、2024年度以降、交差点での事故防止に有効なAEBSの性能評価を段階的に導入していく計画である。

本研究では、2024年度からの導入が予定される「右直（右折時の対直進車）シナリオ」と「右左折時の対横断歩行者シナリオ」について、EuroNCAPの状況や国内の事故実態等をもとに、JNCAPにおける試験条件案を検討した。さらに、当該支援機能を搭載した市販車両を用いて実車実験を行い、試験方法や評価方法の策定に資するデータ・知見を収集するとともに、JNCAP導入に向けた課題と対応案について整理した上で、現段階における試験方法案を作成した。

(58) 新たな前面衝突試験の自動車アセスメント評価導入に向けた調査研究

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 中嶋 太一

〔委託元〕

独立行政法人自動車事故対策機構

《研究概要》

国内の自動車アセスメント（JNCAP）における前面衝突試験は、固定壁へのフルラップ前突とオフセット前突の2種類の衝突形態が実施されているが、自動車アセスメントロードマップ（2020）において、2024年度より「新たな前面衝突試験の自動車アセスメント評価導入」が掲げられた。

これを受けて、本研究では新たな前面衝突試験における試験方法（シナリオ）や評価方法（配点等）を策定するための基礎資料を得ることを目的に、後席子供乗員の事故実態を調査するとともに、欧州EuroNCAPが2020年から導入した、MPDB（Mobile Progressive Deformable Barrier）台車を用いた対面走行オフセット前面衝突試験を実施し、試験方法案を検討した。その結果、近年における子供乗員の事故実態等を踏まえ、後席には子供乗員を想定した、Qダミー（6歳児相当と10歳児相当の2体）を搭載する試験条件案を提案した。また、実車衝突試験結果を踏まえ、具体的な試験方法案をまとめるとともに、ダミー搭載時の課題や評価方法等について、今後検討が必要な項目や考え方を整理した。

(59) 新たな脚部インパクト (aPLI) を用いた歩行者脚部保護性能試験の自動車アセスメント評価導入に向けた調査研究

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 鮎川 佳弘

〔委託元〕

独立行政法人自動車事故対策機構

《研究概要》

歩行者保護性能の向上は、我が国の交通事故における交通弱者の死亡・重傷者数の削減に向けて、取り組むべき重要課題の一つとされている。日本では、2002年に脚部単体を模擬した人体忠実度の高い脚部インパクト (Flexible Pedestrian Legform Impactor : Flex-PLI) を考案し、2011年5月に Flex-PLI が歩行者脚部保護基準に採用された。さらに、上半身の影響を追加質量で再現することで大腿部の評価も可能なインパクト (advanced Pedestrian Legform Impactor : aPLI) が開発された。

本研究では、aPLI を用いた新たな歩行者脚部保護性能試験を自動車アセスメント評価に導入するため、1) 歩行者脚部保護性能試験に関する試験条件の整理・検討、2) 試験条件検証のための歩行者脚部保護性能試験、3) 試験方法・評価方法の原案策定を実施した。

その結果、aPLI の人体忠実度向上に伴い、脚部インパクトの押し倒し規定は廃止する方向で合意された。また、実車試験から、車種の違いによる影響や人体忠実度等を確認した上で、脚部インパクトを aPLI に変更した際の試験方法を作成した。

(60) 手部軽度傷害の閾値導出

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 浅野 陽一

〔委託元〕

国立大学法人信州大学

《研究概要》

協働型産業用ロボットやサービスロボットが同一空間で人と共存し作業を行う場合、特に手部の傷害に対する安全設計が重要となる。本事業では、手部の切傷等の軽度傷害に焦点を当て、各機関と連携し、傷害が発生する打撃の速度や力などの物理的な接触条件の閾値の導出、並びに計測方法を確立する。

JARI の任務は、コンピュータシミュレーションを用いて、手部の軽度傷害が発生する閾値を明らかにすることである。そのため、3年計画の2年目となる2022年度は、前年度に調査した軟組織の材料特性を有する指の有限要素 (FE) モデルを作成し、その動作確認を行った。最終年度までに他の機関が行う被験者実験や代替動物実験の結果を踏まえ、手部の FE モデルを用いた衝撃シミュレーションにより、軽度傷害の閾値を導出し、他の機関が開発する計測装置の評価基準値として活用する予定である。

なお、本プロジェクトの成果は、国内標準化団体を通じて、日本がコンビーナを務める ISO/TC199/WG12 (Human-machine-interactions) へ提案され、産業界における安全な協働型機械の開発に貢献する予定である。

2.3 新モビリティ分野

(61) モビリティ研究会

〔プロジェクトチーフ〕

新モビリティ研究部 中塚 喜美代

《研究概要》

従来行っていた「ITS 産業動向調査」に変わり、2022 年度から、新モビリティ研究部の新たな取り組みとして「モビリティ研究会」を発足させた。本調査は、JARI が事務局となり、賛助会員等の JARI 外のメンバーと共同で調査活動を行うもので、自動運転や交通選択肢の少ない地域のくらしの足となる小型モビリティの動向や MaaS のデータ活用など移動に係わる様々な分野に加え、カーボンニュートラルを目指す自動車業界における SDGs/ESG 対応の動向を対象としている。

研究会メンバーによる調査結果や、新モビリティに関して第一線で取り組まれている関係の官公庁や団体、企業、専門家などの協力を得て行うアンケートやインタビューを通して得られた知見をベースに研究会独自の分析を加え、今後の進むべき方向をとりまとめ、広く関係者や一般に問うことを目的としている。報告書は、JARI ホームページ上で掲載し、関係者、専門家はもとより、広く多くの方に向けて紹介することで、成果の普及に努めている。

2022 年度の調査では、「SDGs/ESG の進展と自動車業界の取り組み」「日本における小型モビリティの導入・普及の今」「小型モビリティのユースケースと実態」の3つのレポートを JARI Research Journal に掲載した。

(62) 人と自動運転車間における適切な信頼感醸成手法の構築：工学とデザイン学の融合：工学とデザイン学の融合

〔プロジェクトチーフ〕

新モビリティ研究部 平岡 敏洋

〔助成元〕

独立行政法人日本学術振興会

《研究概要》

本研究は、マルチモーダル HMI を介して、運転者や外部の交通参加者（歩行者や他車両ドライバなど）に対し、自動運転車に対する適切な信頼感を醸成する手法の構築を目指している。本プロジェクトは、JARI、東京大学、福岡大学、愛知県立大学、日本工業大学に所属する研究者らが連携して進める科学研究費助成事業・基盤研究(A)である。

JARI では、自動運転車に対する歩行者の信頼度推定を担当し、福岡大学および東京大学と協力して取り組んだ。最初に、歩行者の信頼度を「自動運転車の挙動次第では衝突の恐れがある状況下において、歩行者の道路横断を阻害しない能力を持っているだろう」という主観的判断」と定義した。

つぎに、VR 空間内で横断歩道に自動運転車が接近する状況を再現し、歩行者の横断実験を行い、参加者の挙動データと試行中および試行後の車両への信頼度の主観評価を収集した。試行後の信頼度主観評価と特定の歩行者パラメータとの相関分析を行い、信頼度に関連する挙動を明らかにした。これらの挙動に基づいて、試行中に記録された信頼度主観評価を横断前と横断中の二段階に分けて深層学習モデルで推定した結果、正解率はそれぞれ 65%、71%であった。

(63) 令和4年度「無人自動運転等のCASE対応に向けた実証・支援事業（自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・社会実証プロジェクト（テーマ2）」

〔プロジェクトチーフ〕

新モビリティ研究部 野村 徹也

〔委託元〕

経済産業省・国土交通省

《研究概要》

当該事業では自動運転レベル4を多様なエリア・車両に拡大し、2025年度50箇所以上で実現するために有用な社会実装のモデルを構築し、多様なサービスへの展開に有用な事業モデルやインフラ・制度を構築することを目指している。JARIは共同受託者の一員として参画し、安全設計・評価の方法、安全確保方策の検討などを担当している。

ひたちBRT走行環境における危険シーンを分析し、安全な走行方法を検討している。

2022年度は、ひたちBRT走行路を走行環境ごとに分類し、それぞれの走行環境における安全な走行戦略の原案をまとめた。また実証実験におけるドライバの介入操作を収集、分析しリスト化した。

自動運転システムの開発には、クルマや安全設計、電子制御システム設計、関連法規や運行など幅広い知見が必要だが、そういった知見が不十分な事業者が開発した車両については、場合によっては安全確保に懸念が残る可能性がある。

2022年度は、安全設計の知識や経験の不足を補うことを狙いとして、中立公正で知見と実績を有するJARIが、安全設計の参考書となる「安全設計・評価ガイドブック第1版」を正式リリースした。今後、関係各署、自動運転車両開発メーカー、自動運転車両を利用したサービスを提供する事業者などにヒヤリングを実施し、さらなる充実を図っていく。

ひたちBRTの2023年度のレベル4での自動運転移動サービスの社会実装実現に向けて、自動運転を行う全走行路に対して、設計段階で想定したハザードに対してリスクを許容レベルに下げることの方策検討、および実装後のテストが適切に行われ、動作したかどうかの検証を行った。

(64) ISO26262 規格運用共同研究

〔プロジェクトチーム〕

新モビリティ研究部 福田 和良

〔委託元〕

OEM／サプライヤ 12 社（共同研究）

《研究概要》

自動車向け機能安全規格 ISO 26262 を OEM，サプライヤ各社の活動に適用する際の課題への対応を議論し、共通理解を得るために共同研究エンジン WG 活動を実施した。

今年度の研究では、高度運転支援システム（ADAS）、自動運転（AD）システムの開発が進む中、複雑化、分散化が進む車載 E/E システムにおいて ISO 26262 の活動対象となるアイテム定義（例えば、エンジン制御システムなど電気／電子システムおよびシステム群のこと）や、安全要求の配置、安全機構に関する規格解釈や実運用課題を検討するため、パワートレインシステム、HEV システム等複数の ECU で構成される複合システムを事例に規格解釈を実施した。具体的には、「将来の E/E アーキテクチャに対応した安全機構の考察」および、「フォールトトレランスなシステムへの機能安全に関する解釈」について議論した。2 年計画 2 年目の成果として、「セントラル型アーキテクチャの機能安全対応について検討した結果、安全思想（機能継続型か機能縮退型か機能停止型か）及び機能のリアルタイム性、フォールトトレラント時間間隔（FTTI）が異なる複数の機能をセントラル型として一つのアーキテクチャにまとめることで、機能安全設計の難易度が上がる場合があり、セントラル型を検討する場合には、従来の分散型での開発以上に、複数機能間同士のインタラクション、制約事項を、より深く考慮する必要がある」との共通理解を得ることができた。

(65) 人口減少下における中山間地域の生活維持に関する調査研究

〔プロジェクトチーム〕

新モビリティ研究部 國弘 由比

〔委託元〕

一般財団法人医療経済研究・社会保険福祉協会

《研究概要》

2021 年度から中山間地等の限界的な集落において継続居住を可能にするための必要な社会システムを成立させるための要件を導きだす基礎研究に取り組んでいる。2022 年度は「小さな拠点」構想の建設が予定されている地域と、フレイル予防活動や住民による「ことづくり」の活動が活発な 2 地域を調査対象とした。

小さな拠点の機能を十分に発揮するには、拠点へのアクセス手段の確保は重要な要素となる。「ことづくり」の活動も同様で、特に高齢者が多い中山間地では、こうした活動やお出かけ先の確保は、住民の QoL 維持には欠くことができない要素であり、自家用車以外の移動手手段の確保が求められている。このような背景を踏まえて、現在の公共交通の利用状況や運行費用等の分析、関係者との対話などを通じて、これからの移動サービスの在り方や公共交通再編に向けた検討を行った。2023 年度はこれらの検討結果を踏まえて、養父市では、「小さな拠点」へのアクセス手段確保に向けて地域のステークホルダとともにデマンド交通の実証実験を、仁淀川町はフレイル予防活動を支えるための移動手手段の確保に向けて、住民共助や事業者との連携等による実証実験を行う予定である。