

2. 主な研究テーマ

2021 年度に実施した課題数は、総計 616 件となり、内訳は下記の通り。

		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)	26	25	3	115
	総合研究 (官公庁の 受託事業・補助事業)	32	28	1	
その他事業 (公益的な事業を除く全ての事業)		213	278	10	501

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 1 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 1 年目の 2021 年度は、以下の内容を実施した。

- 豚皮コラーゲンと超純水を混合した模擬皮膚モデルを作成した。比熱などの物性値は、ヒトの皮膚と同等である。
- 模擬皮膚の表面にレーザー照射し、0.1 秒程度で 100 °C 超の条件を実験的に再現し、温度分布の変化をサーモグラフィーで計測した。この条件は、FCV 火災試験の水素噴流火炎の熱流束と温度の計測値を参考にした条件である。
- 非フーリエ型の熱伝導方程式を用いた数値シミュレーションにより、実験結果の模擬を行った。非フーリエ型の熱緩和時間を調整することで、最大温度の再現は可能である。さらに、温度分布を良好に模擬するためには、実験に使用したレーザーの強度分布の形状を数値シミュレーションで高精度に再現する必要があると考えられる。

(2) 公道における走行中のタイヤ-路面摩耗粒子 (TRWP) のリアルタイム計測法の構築

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 利根川 義男

《研究概要》

2 年計画 2 年目

タイヤ摩耗粉塵は、タイヤと路面の摩擦により生じるため、それらの成分が混合した状態であるタイヤ-路面摩耗粒子 (Tire and Road Wear Particle, TRWP) として生成する。TRWP の生成量は、路面の状態や車両の走行条件により変化するため、環境実態の把握には、リアルタイムでの計測が必要である。そこで本研究では、タイヤに含まれる構成成分であるカーボンブラックを指標物質とした TRWP のリアルタイム計測法を構築することを目的とした。

前年度に行った基礎検討において、TRWP のリアルタイム計測に目途が立ったことから、今年度は公道における TRWP の実態把握を行った。走行条件の異なる各種走路において、ブラックカーボン分析装置を搭載した試験車両を用い走行試験を行った。TRWP は、加減速頻度が高いと思われる高速道路で濃度が多くなる傾向が見られた。また、車両の旋回頻度が多い住宅街や交差点などについては、低速走行の頻度が多くても、TRWP の濃度が多くなる傾向も見られた。TRWP の発生量は、路面の状況（路面劣化、路面粉塵量）などにも影響を受ける可能性があり、更なる実態調査が必要であると考えられる。

(3) 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いた。2021 年度は、短絡層数や短絡状態の変化による電流の緩和や遮断を再現した LIB の釘刺しモデルを構築し、実試験に近い短絡事象の再現を試みた。結果として、短絡電流の抑制は熱暴走の発生可否に大きく寄与することが明らかとなり、それと同時に、短絡が電気伝導率の大きい集電箔経由、または比較的小さい活物質経由といった短絡モードの違いにより発熱挙動が大きく異なる可能性が示唆された。

2022 年度は、短絡モードを制御可能なモデルの構築に取り組むほか、実証試験の実施を計画しており、更に精度の高い内部短絡モデルの構築を進める予定である。

(4) 耐火性試験用バーナおよび発熱速度計測手法の開発

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 山崎 浩嗣

《研究概要》

近年、自動車運搬船の火災事故や立体駐車場における大規模な自動車火災事故が発生しており、国内外で隣接する自動車間の延焼性に関する検証やそれらの防火対策手法等が議論されている。自動車の延焼性を評価するための指標のひとつに発熱速度があるが、現在、国有の研究機関以外に、自動車の発熱速度を計測できる設備は極めて限定されている。発熱速度の計測は、①材料が燃焼する際に酸素 1 kg の消費で約 13.1MJ のエネルギーが放出されることを基準とした酸素消費法と②酸素消費法を用いた過去の車両火災実験データを平均化して算出された車両重量減少量当たりの発熱量を基準とした車両重量減少法の 2 通りある。①は排気ダクト内の空気吸入量計と酸素濃度計を設置する必要があるが、②は車両下部に荷重計を設置するのみであり、可搬性に優れ、容易に発熱速度が得られる利点がある。

そこで本研究は、②車両重量減少法による発熱速度計測手法を検討した。車両重量減少法の課題は、車両燃焼時の熔融物落下による荷重変化と荷重計への熱影響であるが、これらの影響を減らす独自の車両設置治具を開発することで、精度の高い発熱速度の計測が可能となった。

(5) ドローンによる大気汚染物質鉛直分布観測

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 早崎 将光

《研究概要》

大気化学反応輸送モデルによる大気汚染物質濃度の推計精度向上を目標として、大気環境計測用ドローンを用いた大気汚染物質の観測を実施した。晴天時の夜間～早朝では、地上付近で低温・それより上層で高温という気温逆転層が形成されやすいことが知られている。このような気象条件下では、大気の鉛直混合が抑制されるため、地上近傍から排出された汚染物質の集積による濃度上昇が生じる。ドローン観測では、気温逆転層の形成下におけるPM_{2.5}・O₃濃度の鉛直濃度差や、日の出後の対流活発化に伴い鉛直濃度差が解消する状況を観測することができた。一方、大気モデルでは気温逆転層が観測よりも鉛直温度差が小さく、過小に見積もっていた。大気モデル推計値と地上観測による測定値が寒候期で差が大きくなる要因として、気温逆転層のような気象条件再現性の不足が考えられる。

また、現状ではほぼ唯一の大気環境基準未達物質である光化学オキシダントに関して、観測データが十分でない前駆物質（VOC成分）の動態把握のために、ドローンによる上空捕集・成分分析の測定装置開発・手順構築をおこない、試験観測を実施した。

(6) 大気モデル比較検証用の衛星リモートセンシングデータ利用

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 早崎 将光

《研究概要》

今後の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の現状を文献調査や専門家との議論を通して情報収集した。衛星による森林火災動態（時空間分布）のデータベース化はほぼ一般化しており、大気モデル推計値の精度向上に貢献している文献が多数確認できた。NO₂については、COVID-19感染拡大に伴う都市封鎖・経済活動抑制の期間で、顕著な濃度低下が世界各地で生じていたことが衛星リモセンで確認されていた。各国での将来的な衛星リモセン計画の情報収集・専門家との議論により、大気質モデルの検証用だけでなく、汚染物質の排出インベントリ改良や排出統計出版前の排出インベントリ速報値作成などへ利用拡大すると予想される。

また、既存の大気汚染常時監視測定局データに対して品質管理・格子点化を施し、大気モデル推計値と比較した。大気モデルは特に冬季にPM_{2.5}・NO₂を過小評価、O₃（Ox）を過大評価しており、今後の推計精度向上のために着目すべき季節・地域・要素などを絞り込むことができた。

(7) 統合対策によるCO₂削減効果推計手法の検討

〔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%削減を目標とすることを表明した。各セクターにおける目標は表明されていないが、自動車部門の削減目標もこれに準じたものになる可能性があり、既往研究において自動車部門の長期温室効果ガス排出量評価手法の開発を進めてきた。本手法では自動車の燃費改善効果や次世代車普及効果に加え、将来の交通流対策である自動運転、カーシェアリング、MaaS普及効果を考慮できるものである。本研究では、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、その際の大気汚染物質（NO_x、NMHC、CO）、道路走行騒音（LAeq）の推計を行い、温室効果ガス削減時のコベネフィット、コンフリ

クト効果について検討した。その結果、今回の想定では温室効果ガスの削減とあわせて大気汚染物質も低減するが、一方で、交通流対策により平均速度が改善されるため LAeq は悪化する結果となった。

(8) 蓄電池性能予測技術の基礎研究

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 松田 智行

《研究概要》

車載用リチウムイオン電池（LIB）開発について、シミュレーション技術の活用が進められている。LIB のシミュレーションの対象は、材料レベルから、電極、セル、モジュール、パックに及び、さらに、充放電性能や発熱挙動、内部短絡や熱暴走といった安全性など幅広い。そこで、多様なシミュレーション要求に対応可能なシミュレーション環境構築に向けた検討を 2020 年度に引き続き行った。シミュレーションに活用可能な商用ソフトウェアとして、LS-DYNA を用いた充放電シミュレーションを実施し、単セルレベルでのジュール発熱やエントロピー発熱の妥当性を検証したほか、モジュール/パッケレベルでのシミュレーションに向けた課題を確認した。また、COMSOL Multiphysics についてもセルレベルでの充放電シミュレーションの高速化が可能か検討を進めた。これらの取組みにより、各ソフトウェアで搭載する電池モデルの特徴を把握するとともに、安全性シミュレーション等への展開に向けて、ソフトウェアの特徴を整理した。今後は、車両シミュレーションとの連携可能性についても調査を進めるほか、フリーソフトウェアの使用可能性についても検討を進めていく。

(9) 政策立案支援に向けた排出インベントリ及び大気シミュレーション活用検討

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 富田 幸佳

《研究概要》

大気保全に関する政策に用いられている排出インベントリは、様々な発生源情報等を活用して推計された大気汚染物質の年間排出量のデータである。同じく大気シミュレーションは、排出インベントリや気象データなどを入力として、大気汚染物質の拡散や化学反応の推計を経て、大気濃度を出力する。これら一連の推計で活用される情報にはビッグデータも含まれ、近年活用事例が増加している機械学習などの解析手法の適用により、新たな知見の取得が期待される。そこで本研究では、政策立案支援手法の検討の一環として、機械学習を用いた回帰モデルのアルゴリズム調査を行い、特に、非線形現象を扱う回帰モデルの中で、比較的扱いやすい決定木の計算アルゴリズムについて、予測精度向上のための勾配ブースティング及びランダムフォレスト、および、モデルの内部構造分析のための CART 法について解析の試行を行った。その結果、予測モデルとして、大気シミュレーションモデルの入出力をより少ないデータで模擬できる代理モデルが構築できた。また、CART 法による内部構造分析として、自動車排出ガスの増加要因の分析に、機械学習が適用できることが確認できた。

(10) AI・ディープラーニングを活用した解析手法検討

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 松野 真由美

《研究概要》

本研究では、業務効率化や JARI シーズの拡大に向けて AI およびディープラーニングの適用可能性を検討した。特に、自動車業界においては研究・開発・製造に係る工数削減のためにモデルベース開発（MBD: Model Based Development）が進められており、迅速なモデル構築を目標に、AI を活用した車両モデルの構築を試みた。また、業務効率化として、凝集粒子の個体分離を行い、粒径分布を求める画像解析について、AI を用いた自動化の可能性を模索した。

車両モデルの開発では Python の Tensorflow ライブラリを用い、アクセルペダル開度操作モデル、ブレーキペダル開度操作モデル、燃料消費量予測モデルをそれぞれ構築した。それらを組み合わせ、任意の車速パターンを入力することで燃料消費量を出力する簡易的な車両モデルを構築した。

粒径分布解析では Python の OpenCV ライブラリを用いて微粒子捕集フィルタ内堆積アッシュの SEM 画像から二値化しきい値を自動で判別し、二値化した画像から粒径分布を求めるプログラムを作成した。手作業による解析済みデータとの比較を行うことでプログラムの妥当性を検証した。

(11) データ解析効率化に関する研究

〔プロジェクトチーム〕

環境研究部 中條 智哉

《研究概要》

昨今、ニーズが高まっている RDE (Real Driving Emission) 試験および自動車の排出ガスに含まれる微小粒子状物質の粒子数 (PN) の試験の解析において、JARI では汎用解析ソフトウェアを用いているが、処理内容が複雑でありデータ解析処理に時間がかかること、また、新たな担当者が使用方法を学習する際に多くの工数が必要となることが課題となっている。本研究では、RDE 試験および PN 試験のデータ解析処理および使用方法の学習を含めた効率化を目的として、NI 社製 DIAdem を用いたデータ解析用ソフトウェアを作成した。

RDE 解析用ソフトウェアは、比較的少ない時間の学習で使用可能となる仕様とし、学習を含む解析工数を従来に対して約 76%削減可能となった。また、プログラムの内容を容易に変更可能とすることで、試験法改定に対して迅速に処理内容を更新することが可能となった。

PN 解析用ソフトウェアは、データ解析処理を高速化するとともに、これまで JARI が取り組んだ PN 試験のノウハウを踏まえ、試験装置の状態判定機能を有し、複数データの一括処理を実行可能な仕様とした。本ソフトウェアにより、試験装置の状態判定および PN 計算の一括処理に伴う解析工数を従来に対して約 86%削減可能となった。

(12) CPX 法の有効性調査

〔プロジェクトチーム〕

環境研究部 小池 博

《研究概要》

路面が自動車走行騒音に及ぼす影響を評価することを目的とした試験方法の一つとして CPX 法 (ISO 11819-2) が規定されており、弊所ではこれに基づいた試験装置 (CPX トレーラ) を保有している。上記 ISO 規格では、トレーラ (エンクロージャ) の音響特性の測定と補正值の更新を少なくとも 2 年に 1 回実施することが規定されている。本テーマでは、導入から 2 年を経過した CPX トレーラの音響特性の測定と更新を行うとともに、過去にテストコース内の各種路面で行った路面特性と CPX 測定の結果に基づき、一般道における路面特性とタイヤ/路面騒音 (CPX 法) の関係について分析した。分析では、一般的な路面粗さ評価指標である MPD (Mean profile depth) や検討中の独自の路面粗さ評価指標を用いたが、指標の有効性について結論を得るには更なるデータの取得と検討が必要である。

(13) 分光法による粒子成分分析手法の基礎検討

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 福田 圭佑

《研究概要》

本研究の目的は、自動車のタイヤと路面の摩擦により発生する摩耗粒子（TRWP: Tire & Road Wear Particles）について、タイヤと路面に由来する粒子がどのように混合しているか、実態を把握することである。そのために、粒子の形態観察と成分分析（元素分析と化学構造分析）を実施した。

TRWP は車両走行試験で捕集した。また TRWP を構成すると推測される粒子として、路面の粉塵とタイヤトレッド切片を凍結粉碎した粒子（タイヤ粉碎粒子）も試料とした。

電子顕微鏡と元素分析装置を組み合わせた SEM-EDS により、試料の観察と分析を実施した。路面の粉塵とタイヤ粉碎粒子には、それぞれに特徴的な元素が含まれていた。TRWP には無機粒子と有機粒子が混合した形態が確認できたが、元素分析手法では化学構造を解析できず、有機粒子がタイヤ由来であると確定出来なかった。

有機粒子の分析手法として化学構造分析が可能なラマン分光法を検討した。タイヤ中の混合物による蛍光のため、タイヤのゴム成分の検出は困難であった。ただし、タイヤの補強材に由来するアモルファスカーボンと路面の粉塵に由来する酸化チタンを分離・検出できており、TRWP を分析する際の指標成分を見出すことが出来た。

(14) 交流インピーダンス法による使用履歴不明な Li イオン電池向け劣化診断技術の開発

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 安藤 慧佑

〔助成元〕

独立行政法人日本学術振興会

《研究概要》

本研究では、リチウムイオン電池（LIB）における高精度で実用的な劣化診断技術を開発するために、LIB の劣化による容量減少とインピーダンス変化の関係を解明することを目的に、LIB の代表的な正極である $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ （NCM）のインピーダンス特性の解明に注力し、特にサイクル劣化した NCM のインピーダンス特性の取得と解析に取り組んだ。100 サイクル、200 サイクル、300 サイクル充放電した NCM 電極を準備し、その NCM 電極を作用極に、Li 金属を対極にしたコイン型ハーフセルを作製し、充電状態（SOC）10%毎の交流インピーダンス測定を行った。サイクル試験後の NCM は～10%の容量低下と、インピーダンスの増加がそれぞれ確認されたが、規格化されたインピーダンスの SOC 依存性は、サイクル試験前後でほぼ変わらないことが確認された。また、SOC が同じ電極同士を組み合わせたフルセルおよび、負極の SOC に対して正極の SOC を意図的に 10%または 20%だけ高めたフルセルに対してインピーダンス測定・解析を行い、LIB の正極/負極 SOC ズレとインピーダンス変化の関係を評価したところ、SOC を変えた分だけ、フルセルのインピーダンスも変わることを確認した。今後は、この性質を利用した劣化診断技術の開発を行っていく。

(15) 令和3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 Phase 3 の適用に向けた検討が行われてきた。本業務では、我が国において UNR51-03 Phase 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調査分析を行った。まず、新たに交通流実態調査を行った3地点を対象として、四輪車の騒音規制の強化（UNR51-03 Phase 3）を適用した場合の道路交通騒音への影響の予測計算を行い、次にその結果に基づいて、日本の走行実態を考慮した四輪車加速走行騒音規制の規制値強化による費用便益分析を行った。これらの結果、Phase 3 を国内に適用した場合の道路交通騒音 L_{Aeq} の低減効果は交差点付近で 0.4 dB~0.8 dB、定常走行区間で 0.3 dB~0.7 dB であり、また、費用便益分析に基づく費用便益比（B/C 比）が本事業にて設定したいずれのケースでも 2050 年において 1.0 を超え、費用よりも便益の方が大きいことが確認できた。

(16) 令和3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》

本業務の目的は、現在、国内の中央環境審議会 大気・騒音振動部会自動車排出ガス専門委員会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（第十四次答申）」の今後の検討課題でもあり、国連欧州経済委員会の自動車基準調和世界フォーラム（以下「UN-ECE/WP29」という。）で議論されているブレーキ粉塵試験方法の検討に対し、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である。日本が提案する適切な測定方法を検証するため、PMP が提案するブレーキ粉塵測定を実施した。ブレーキは、PMP が主催して実施しているブレーキ粉塵排出計測に関する国際インターラボ研究（ILS, Inter Laboratory Study）に合わせて、乗用車等のディスクブレーキシステム 5 種類、ドラムブレーキシステム 1 種類を選択した。本調査では、PM と PN 両方の計測を実施し、欧州 PMP における議論に貢献できるデータを取得した。

(17) 令和3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〕

研究部 柏倉 桐子

〔委託元〕

環境省

《研究概要》

本調査の目的は、日本や諸外国における次世代燃料の動向を調査すると共に、次世代燃料が自動車の排出ガスに及ぼす影響を調査し、基礎的な知見を収集する事である。

次世代燃料の動向調査では、日本及び諸外国における次世代燃料及び次世代燃料対応車について、市場、政策、技術等の観点から、国際機関、各国政府等の報告書や論文等から動向を調査した。また、将来の見通しも含めた次世代燃料や次世代燃料対応車の研究・技術開発動向についても調査した。

次世代燃料が自動車の排出ガスに及ぼす影響調査では、カーボンニュートラル燃料の一つで廃食油を水素化分解した Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) と既存燃料である JIS 2 号を用いて排出量をそれぞれ測定・比較した。供試車両はディーゼル貨物車 1 台である。HVO によって JIS 2 号より排出量が高くなった物質は微小粒子状物質 (PM) と固体粒子数であった。ただし、PM の排出レベルは極微量であった。反対に、排出量が低くなった物質は、二酸化炭素、全炭化水素、アンモニア、ホルムアルデヒドであった。その他の調査物質については、HVO による明らかな影響は見られなかった。

(18) 令和 3 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〕

研究部 柏倉 桐子

〔委託元〕

環境省

《研究概要》

本調査の目的は分解軽油 (LCO) の混合による燃料の重質化がディーゼル車の微小粒子状物質 (PM) や固体粒子数 (PN) 等の排出量に対して与える影響を調査することである。

燃料には性状が異なる軽油 3 種 (国内認証試験用軽油, 国内認証試験用軽油重質化品, JIS 2 号) を用いた。燃料の重質化は芳香族分を指標とし、質量割合を体積割合に換算した場合に 35vol% 以上になるよう LCO の代替溶剤を混合した。重質化によって低下するセタン指数は窒素を含むセタン価向上剤によって 50 程度になるよう調製した。供試車両はディーゼル貨物車 2 台である。

PM や PN は燃料が重質化すると生成しやすくなり、排出量が高くなると予想された。しかし、実際の排出傾向は車両によって異なり、テールパイプから排出されるか否かは各車種の排出ガス後処理装置によると推測された。窒素を含む物質の内、窒素酸化物の排出量はセタン価向上剤に窒素が含まれるため僅かに高くなった。亜酸化窒素は供試車両によって排出傾向が異なり、セタン化向上剤の窒素分による影響は車種によって異なる事が分かった。その他の調査物質についても、燃料の重質化による明らかな影響は見られなかった。

(19) タイヤの騒音等に係る実態調査

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 後呂 考亮

〔委託元〕

国土交通省

《研究概要》

国内では、新車装着タイヤを対象として UN/ECE No.117 02 Series (以下「R117-02」という) に基づくタイヤ騒音規制 (騒音, 転がり抵抗, ウェットグリップに係る技術的要件) が、2018 年以降順次 (クラス C3 は 2023 年より) 適用されている。一方で、交換用タイヤを対象とした同規制の適用時期は、中央環境審議会の「今後の自動車単体騒音低減対策のあり方について (第三次答申)」において今後の検討課題とされている。

本調査では、国内で販売されている R117-02 認証を取得していない交換用タイヤの中から、クラス C3 に分類される中型車用タイヤ (トレッドパターンが異なる計 8 種類) を選定し、タイヤ騒音および転がり抵抗の規制値 (R117-02 Stage2) への適合状況を調べた。調査の結果は以下の通りである。

- ・ 2 種類のタイヤは騒音, 転がり抵抗とも規制値に適合していた。
- ・ 5 種類のタイヤは転がり抵抗が規制値に適合していたが、タイヤ騒音は適合していなかった。
- ・ 1 種類のタイヤは騒音, 転がり抵抗とも規制値に適合していなかった。

(20) 先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）

〔プロジェクトチーム〕

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》

5年計画4年目

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年計画で行っている。4年目の2021年度は以下の内容を実施した。

全固体LIBの膨張収縮に伴い発生する内部応力を考慮した電池パックを設計し、走行時の風の影響を取り入れた放熱モデルを作成した。構築した電池パックモデルを用いて過酷走行と急速充電を繰り返す走行シミュレーションを行い、現状設計での冷却システムレスの実現性を評価した。また、全固体LIB及び液系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を用いた寿命試験及び解体分析により、影響度が高い劣化要因を明らかにした。安全性試験法については、機械的負荷による影響や既存試験法の適用性確認のため、圧壊試験及び内部短絡模擬試験（釘刺し試験）を行った。圧壊試験では加圧位置の影響や試験実施上の課題などを調査した。釘刺し試験では、釘形状等の違いによる影響を調査するとともに、最適な試験方法の検討を進めた。

(21) 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

〔プロジェクトチーム〕

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》

5年計画の4年目

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ている。2018年度から2022年度の5年計画の4年目。

日本から提案した主な項目は、破裂圧力の適正化（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）、容器火災暴露試験の再現性向上、新構成容器（小径容器）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。今後、国連GRSPおよびWP29での審議・承認により2023年に発行される見込み。

また、FCVの相互認証基準であるUNR134のPhase2審議も2022年より開始される。UNR134 Phase2では、GTR13 Phase2の試験法本文に加えて、水素適合性試験法とHG-SCC試験法を認証要件にする方針で審議する予定である。

GTR13 Phase2のRationaleでは、Phase3の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である。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、日本提案の準備を進める必要がある。

(22) 大型FCV燃料装置用液化水素技術に関するフィジビリティ調査

〔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》

2021年2月から2022年3月の間、大型FCV等への有効な水素燃料搭載方法のひとつとして、液化水素貯蔵・充填技術等の調査を行った。主な調査結果を以下に示す。

- ・液化水素貯蔵システムとしては、従来の低圧貯蔵容器よりも、Subcooled Hydrogen (sLH2) 技術を用いた貯蔵システムのメリットが大きく、メカニズム解明を行ったうえで技術開発を進める必要がある。
- ・液化水素FCV開発上、液化水素容器からFCスタックへの水素供給システムの開発が大きな課題の一つである。容器内水素の蒸発・凝縮・振動等のメカニズム解明を進め、大型商用車に最適な水素供給システムを検討する必要がある。
- ・液化水素の物性・ハザード、固定設備を含めた液化水素および液化燃料等搭載車両の事故事例から、液化水素搭載車両の安全性に関わる課題を整理した。
- ・液化水素関連の基準化・標準化の整備に加えて、安全性評価のための評価設備を整備する必要がある。
- ・調査結果より、技術的な課題はあるものの、荷室の確保と長距離運行が必要とされる商用車においては、重量増加が少なく高密度貯蔵が可能な液化水素が最も有望な搭載方法である。

(23) 硫黄化合物等の吸着脱離メカニズムと被毒予防・回復技術開発

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 松田 佳之

〔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）のさらなる普及に向けた課題の一つとして、燃料あるいは空気中に微量に含まれる硫黄化合物による発電性能の低下が挙げられる。本研究では、燃料電池単セルにおいて、補器に頼らずに車載上で実現可能な被毒を予防・回復するための運転モードを提案する。

燃料電池セルにおいて硫黄被毒回復を実現するためには、①硫黄被毒後のアノードあるいはカソードを高電位の状態にして、硫黄を酸化させて硫酸イオンを形成し、その後、②低電位に切り替えることで吸着した硫酸イオンを脱離させる方法が考えられる。これを車載上で実現させるためには、燃料電池の発電を停止する間のガス雰囲気制御をすることにより電位を変化させることが有効と考えられるため、その効果を検証した。アノードの硫黄被毒に対しては、停止中に水素遮断処理を行うことで、硫黄被毒により低下したアノードの触媒表面積が回復した。カソードの硫黄被毒に対しては、停止中に空気遮断処理を行うことで、電圧が初期の値にまで回復した。このように、発電停止中のガス雰囲気制御による回復手法の適用により、硫黄被毒による燃料電池性能への影響を半減させる見通しを得ることができた。

(24) 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》

3年計画2年目

「超高压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。2021年度は3年計画2年目である。以下に2021年度の実施内容を示す。

- ・HDV 用の水素充填技術等に関する動向調査を行い、欧州では車両側の情報をステーション側が利用する充填プロトコルの概略が示され、詳細を検討し開発が進められていることを確認した。
- ・大容量の HDV への水素充填では各容器への流入速度が遅くなるため、各容器内に温度層が発達する懸念がある。充填時の容器内温度分布を模擬するため、3次元の固体熱伝導と流体シミュレーションモデルの開発を行った。
- ・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水素先進技術研究センターの整備状況の情報共有および課題審議を行うため、水素先進技術研究センター検討委員会および同 WG を各4回開催した。2022年秋頃の水素先進技術研究センターの竣工に向けて、管理運営体制を構築した。

(25) タイヤの室内摩耗ドラム試験法に関する研究

〔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》

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、国連規則 UNR117 へのタイヤトレッド摩耗量規制の追加が提案される可能性があり、欧州および日本にてタイヤ摩耗試験法の開発が進められている。

日本では Worldwide harmonized Light duty Test Cycle（WLTC）の日本データ取得時と同様の路線および比較的横力が高い山坂路線における走行時の車両速度・舵角データより、タイヤ負荷算出モデルを用いて、室内摩耗ドラム試験時のタイヤ負荷条件の検討が行われている。ここで、現存するタイヤ負荷算出モデルは小型車用のみとなっており、当該モデルの適用車種を拡大し、幅広い車種のタイヤ負荷条件を考慮した試験法とすることが望まれている。

本研究では、幅広い車種の室内摩耗ドラム試験法におけるタイヤ負荷条件の算出を目的として、代表的な大型 SUV および軽自動車の各1車種の重心高やバネ定数などの車両諸元値の計測を行い、それらの計測値を用いたタイヤ負荷算出モデルの作成および室内摩耗ドラム試験法におけるタイヤ負荷条件の算出を実施した。これにより、幅広い車両クラス間のタイヤ負荷条件の差異を反映可能な室内摩耗ドラム試験法におけるタイヤ負荷条件の検討が可能となった。

(26) 次世代自動車 LCA 手法の国際的な基準調和に向けた準備調査

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 鈴木 徹也

〔委託元〕

自動車基準認証国際化研究センター (JASIC)

《研究概要》

次世代車の普及が進む中、これまでの燃費のみに基づく評価ではなく、電池等の次世代車の固有部品も適切に評価すべく、ライフサイクルの視点から製品システムの環境影響を評価することの重要性が急激に高まっている。今後、自動車環境性能評価制度の導入を国際調和活動も見据えて検討していくにあたり、その初期段階において自動車 LCA の動向を把握し、必要データの収集やその評価方法について現実的かつ合理的な知見を得ておくことが必要である。本調査では、自動車 LCA を国際調和活動を見据えた自動車環境性能評価制度に適用するため、以下に示す予備調査を行った。

- ① 自動車 LCA の現状と動向に関する調査
 - ・ 国内自動車メーカーの LCA 実施状況
 - ・ 国内外の自動車メーカーによる主要な LCA 文献の概要
 - ・ LCA に必要なバックグラウンドデータの整備状況
- ② 自動車 LCA の適用方法に関する調査
 - ・ 中国における LCA に基づく自動車環境性能評価制度
 - ・ 欧州電池規則案における LCA 関連内容

(27) 自動車等輸送機器における燃費改善や消費者選好に係る調査及び CO₂ 排出影響等の推計委託業務

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 金成 修一

〔委託元〕

みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社

《研究概要》

日本政府は温室効果ガスを 2030 年に 46%削減、2050 年にカーボンニュートラルを目標とすることを表明した。各部門における具体的な目標値は表明されていないが、自動車部門の削減目標もこれに準じたものになる可能性がある。自動車部門の温室効果ガス排出量推計は各種機関が検討を進めているが、自動車の燃費改善効果や次世代車普及効果を対象とした単体対策に関する研究は散見されるが、交通流対策 (ITS, 自動運転, MaaS など) は消費者選好などを考慮した将来予測をした国内の検討は皆無である。本事業では、はじめに将来の自動車燃費改善技術、次世代自動車に関するデータを収集整備した。次に MaaS の普及効果を検討する上でのデータを既往研究および Web アンケートを実施することで収集した。最後に、調査した結果を用いて、2050 年に自動車部門の Tank to Wheel CO₂ 排出量がゼロとなるシナリオについて検討を行った。

本事業は「令和 3 年度 2050 年カーボンニュートラルに向けた中長期的な温室効果ガス排出削減達成に向けた経路等調査検討委託業務」の一環として実施したものである。

(28) 排出量変換システムの整備および排出インベントリの精度検討

〔プロジェクトチーフ〕

環境研究部 森川 多津子

〔委託元〕

国立研究開発法人国立環境研究所

《研究概要》

環境研究総合推進費 5-1903「大気汚染対策効果評価のためのシミュレーション支援システムの研究開発（2019～21年度、菅田誠治代表）」では自治体の研究所などが大気質モデルを簡便に利用できるようシミュレーション支援システムの開発を中心に実施し、並行して、国内排出量の精度検証と改良も進めてきた。本研究では、大気モデルの入力データである排出インベントリ（EI）の大規模燃焼発生源の精度向上を検討した。

EIにおける大規模燃焼発生源からの排出量は、個別の煙源データである環境省「大気汚染物質排出量総合調査（マップ調査）」から排出原単位を算出し、統計情報による活動量を乗じて推計する。総量はマップ調査にほぼ一致するが、位置情報は従業員数や工業生産高などの代理指標に基づくため、特に工業地域以外の発生源が表現しきれない状況であった。排出量の8割を占める上位1%の煙源に着目し、それらをEIの上位1%煙源と入れ替え、大気モデルCMAQにより大気汚染物質濃度への影響を検討した。その結果、特に煙源位置および排出量の乖離が大きい地域において、個別煙源データの反映が精度向上のために重要であることが確認できた。

(29) 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》

3年計画2年目

「超高压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2年目の2021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を以下に示す。

- ・試験結果を提示し、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た。
- ・HRSの構成部品類（ノズル、ホース等）の熱容量に対する性能評価法の規格のドラフトを作成し審議を行い、概ね了承が得られた。
- ・2022年度に構成部品類の性能評価試験を実施するため、関連企業に部品提供の協力依頼を行った。

2.2 安全分野

(30) 一般道における SAE Level 3 自動運転システム限界に対応する先進的 HMI 機能に関する研究

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 長谷川 諒

《研究概要》

2年計画 2年目

一般道では、高速道路とは異なる要因によって、自動運転が機能限界となる可能性が高い。したがって、一般道でのレベル3自動運転システム実現に向けては、機能限界に起因した権限移譲場面の特徴を整理し、円滑な権限移譲を行う方策を検討する必要がある。

本研究では、ドライバによる安全、円滑な運転交代を促す HMI のデザイン要件を明らかにすることを目的として、自動運転システムが信号機の色を認識できなくなることにより権限移譲となる状況を対象とした、自動運転車を用いた実車実験を行った。

実験では、権限移譲に際して、ドライバに対して運転交代要請 (Rd) に加えてペダル操作および操舵を提案する「行動提案」は、ペダル操作や操舵のタイミング、自車位置や速度の調整を支援する情報まで付加する「偏差情報付加」よりも、権限移譲後の運転のパフォーマンス、円滑さが向上するという仮説を設定し、走行データに基づく検証を行った。

その結果、権限移譲後の駐車車両の回避場面における駐車車両との横距離、走行速度の変化に着目すると、行動提案が最も駐車車両との横距離が大きく、また走行速度の変化が少なかったため、安全かつ円滑な権限移譲が促進される可能性が示された。

(31) 低覚醒ドライバに関する基礎的研究

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 栗山 あずさ

《研究概要》

ドライバの眠気は長年問題視されており、2019年の車両安全規則（以下、GSR）改定においては、ドライバの眠気検知・警告システムの装着が求められた。国内では、2020年にドライバーモニタリングシステム基本設計書（以下、基本設計書）が策定された。GSRでは「KSS」と呼ばれるドライバの主観評価尺度で眠気を評定するのに対し、基本設計書では、第三者（評定者）によるドライバの顔表情値（眠気表情値）で眠気を評価する。

本研究では、今後のシステム評価に資する知見を得るため、KSSや眠気表情値と、事故の危険性を表す指標の一つである車線逸脱発生率との関係を調べた。実験には15名のドライバが参加し、ドライビングシミュレータに模擬した道路直線部を45分間走行した。眠気指標として、走行中1分ごとにKSSスコアを聴取し、実験後、走行中の映像をみて、10秒ごとに2名の評定者が顔表情評定を個別に行った。実験の結果、GSRや基本設計書に規定された、検出すべき眠気レベル（KSS8/眠気表情値5以上）では、車線逸脱発生率が高いことが明らかとなった。また、KSSスコアと眠気表情評定値との間に対応関係がみられた。本研究の結果から、上記の評価指標の妥当性について考察した。

(32) 自動運転評価法のシナリオ構築に向けたデータ収集と基礎的検討

〔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等の検討が精力的になされている。その検討では、相手を1台に限定してシナリオ内での動き方を表現する基本

的なシナリオから構築が進められているが、将来的には相手が複数になるなどの複雑なシナリオの検討が想定される。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。

本年度は自動運転車と周辺車両 2 台が複数車線上で錯綜するパターンを網羅的に生成する方法を構築した。また、車両の動き方を表現するモデルの数学的な記述方法を構築した。今後、周辺車両 2 台によって自動運転車から見た死角が発生するなどの複雑なシナリオの網羅的な生成と活用に向けた作りこみを実施する予定である。

(33) Research on sufficiency assurance of addressing edge cases of machine learning

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 横田 剛典

《研究概要》

機械学習は物体認識等の分野で目覚ましい成果を上げている一方で、学習データから帰納的に振舞いが定義されるという実装プロセスの特性上、稀少な条件（エッジケース）で脆弱となりがちであり、自動運転などのセーフティクリティカルなシステムに適用する際にその安全保証が難しいという課題がある。複雑性が高い現実の交通環境ではエッジケースは無数に存在し得るが、それらをどこまで対処すれば良いかを決めることが課題になる。

そこで本テーマでは、エッジケースに起因するシステムのリスク評価の方法論について研究した。自動運転の物体認識を担う機械学習モデルを例題として、エッジケースや機械学習の推論ミスがシステムのリスクにどのように寄与するかのメカニズムについて考察し、リスク評価のモデルを定式化した。その上で、未知の条件やサンプル数が少ない条件におけるリスクをベイズ推定の手法を用いて評価する方法を検討した。本評価法により、運用環境で得られたデータの量に応じてエッジケースによるリスクがどの程度残存しているかを定量的に評価できることが示された。今後、物体認識以外の例への適用可能性など、汎化性について検討を進める。

(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 ANTONA-MAKOSHI Jacobo アントナ ハコボ

(ALZAMILI Husam アルザメリ フサム)

《研究概要》

急速に自動車化が進む ASEAN では、年間 108,000 人を超える交通事故死者と 6,000,000 人を超える負傷者が出ている。この研究では、2030 年までに世界の交通事故死者数半減を目指す持続可能な開発目標 (SDGs) を達成するために、ASEAN における交通安全の現状を評価し、車両安全技術が当該地域にもたらす効果を推定する。反事実分析を適用して、8 つの車両安全技術、およびオートバイのヘルメットが適切に使用された場合の交通事故死と障害調整生命年 (DALY) の減少を評価した結果、ASEAN 諸国で年間 43,700 人の命を救えることが示された。例えば、横滑り防止装置 (ESC) を利用できるようになることで死亡率が 23.2% 削減され、DALY は 21.1% 減少した。また、シートベルトの使用率が向上することで、死亡事故の約 11.3%、DALY の 10.3% が低減された。さらにオートバイのヘルメットを適切に使用することにより、死亡事故を 8.0% 削減し、DALY も 8.9% 低減された。今後、RCEPT 地域全体を含め、衝突被害軽減ブレーキ (AEBS) や車線維持支援 (LKA) などの ADAS 技術について、その効果を検討する予定である。

(35) Driver Situation Awareness: the role of education and trust in safety assurance

[プロジェクトチーフ]

自動走行研究部 ANTONA-MAKOSHI Jacobo アンテナ ハコボ
(HANNA Chouchane ハナ シュシェン)

《研究概要》

この研究では、運転支援装置使用中の不十分な状況認識が安全に影響を与える可能性を検討する。2021年度は、ドライビングシミュレータ（DS）を用いた参加者実験を行い、自動運転レベル2のADAS装置（ACC+LKAS）を使用して運転中のドライバの注視行動と運転引継ぎ動作を比較・分析した。半数の参加者は、自動運転レベル2のハンズオフ機能を使用して5分間DSを運転し、事故の危険が高まるイベントの発生により、ADAS装置からの引継ぎ要請（TOR）が提示され、残りの参加者は、十分に長い時間運転した後、TORが提示された。注視行動のデータより、前方の注視持続時間、および視線移動を分析した結果、長い時間運転して状況認識が低下したドライバは、視線の移動が少なく、道路中心の注視時間が長くなることが示された。今後、より詳細に注視行動を分析し、状況認識と安全についての検討を深める予定である。

(36) 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、高度な自動運転技術の開発・評価をするため、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の自動運転システムが接続する環境を構築し、どのような機能が必要であるかを定義することを目的とした。

シミュレーションと自動運転システムを接続し、シミュレーションに登場する自動車エージェントのうちN台を自動運転車に置き換えられる環境を構築した。また、他者や構造物による静的/動的な死角を表現できる機能を実装した。これによって、街中を再現した環境のなかで自動運転システムが他交通参加者とのインタラクションを介してどのように振る舞うのかを検証できるようになった。さらに、自動運転技術開発を加速するためには、JARIシミュレーションの特長である周囲のエージェントがエラーや不安全行動を起こす機能を活かした上での効率的なテスト技法を開発することが重要であると分かり、引き続き研究を進めていく。

(37) 一般道の自動運転における機械から人への安全な権限移譲

[プロジェクトチーフ]

自動走行研究部 中村 弘毅

《研究概要》

レベル3自動運転は、システムが機能する範囲内ではシステムが責任を負い、範囲外に陥ったときには運転者が責任を負うものと定義されている。その際、システムが機能している間は、運転者は状態監視義務を負わないため、周辺状況認識が不十分な状態で運転を引き継がなければいけないという状況が起こりうる。そのため、システムから運転者に安全に権限移譲（RTI）を行うための手法を検討する必要がある。

そこで本テーマでは、安全な権限移譲を支援するHMIの評価法の基礎検討として、試験路にて信号有交差点付近でRTIが発生する条件を模擬した実験を行い、3種類のHMIの情報呈示内容の違いと、視認行動による状況認識の違いを評価した。その結果、情報呈示内容の違いによって、運転引継ぎ時の安全確認の順序や頻度が変化することが示唆された。例えば、右に寄れという行動提案を行った場合、右ドアミラーを確認する回数が増え、右に移動するための安全確認を行う頻度が増えた。また、目標軌跡に対する

偏差情報を付加した場合 HMI を見る頻度が増え、周辺状態監視がおろそかになる可能性が示された。今後、状況認識のための視認行動と、安全な走行経路との相関について検討を進める。

(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、駐車車両の陰からの歩行者等の飛び出しが予測される場面において車両の速度を抑えるようにドライバを誘導するための文字情報支援と視覚情報支援の効果を検証した。具体的には、駐車車両が両側に配置された道路を自車が通過する場面とし、ここでは、死角となる駐車車両の奥から歩行者飛び出しが生じたときのドライバの回避行動は減速のみとなる。文字情報支援では、歩行者飛び出しが生じた場合に、本実験で想定した減速度 (7.8 m/s^2) によって停止可能な最大速度 (15 km/h) を提示した。視覚情報支援では、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 JARI-ARV に表示した。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、支援なしの走行におけるドライバ 10 名の平均速度は時速 36 キロ、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時速 20 キロ程度となった。一方で、個別のドライバのデータから、視覚情報支援を併用したほうが文字情報支援単体よりも速度低減効果が高いドライバが確認された。今後は、実験データを増やすことにより、文字情報支援および視覚情報支援の有効性、課題等を明確化していく予定である。

(39) 運転支援システムの性能確認および試験法の検討

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 山口 直紀

《研究概要》

今後、衝突被害軽減ブレーキ (AEBS) 搭載車両の普及、事故被害の低減が期待されているところであるが、自動車アセスメント (JNCAP) で AEBS 性能が評価された自動車でも報道にあるように事故を完全に防ぐことはできていない。本研究では JNCAP 評価シナリオの歩行者横断速度を変えたり、歩行者ダミーの服装、人数を変えることで現在発売されている車両の AEBS にどのような影響が出るのかを調査した。実験車両は 2020 年の販売台数が多かった 3 メーカーからそれぞれ 1 車種を選定し、実験を行った。結果、車両が停止できる歩行者の横断速度に各車で違いがあることが確認できた。また、歩行者ダミーに傘を持たせたり服装を変えることで AEBS の作動に影響が表れ、歩行者ダミーに衝突してしまう車両もあった。さらに 2 人の歩行者ダミーを立たせた実験では 2 人の立ち位置を変えることで AEBS の作動に影響が表れ、歩行者ダミーに衝突してしまう車両もあった。これらのデータおよび知見は今後の安全研究やシミュレーション研究に活かしていきたいと考えている。

(40) 車内機器によるディストラクション影響に関する調査

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 宇野 宏

《研究概要》

車内での情報利用のニーズが高まる中で、運転中のドライバによる情報機器操作は安全性を阻害する懸念があることから、ドライバディストラクションの防止を目的とする国内外のガイドラインと関連する研究例を調査した。

既存のディストラクション防止ガイドラインは、主に視認手操作インタフェースを使用する車内タスクを対象としており、JARI の研究成果を参照して、視覚表示装置の設置位置、装置への総視認時間、評価方

法である Occlusion 法，等を規定している．一方，音声インタフェースを備える装置の操作は，走行時の反応時間の延長，視認行動の偏り，車両制御・運転操作の変動増大，不適当な敢行判断，衝突回避の低下等につながるとする研究例が多く報告されている．しかしながら，負担の程度を視認行動量として測定できる視認手操作タスクとは異なり，音声操作タスクでは，負担度を直接に測定できないため適否判定の方法は未だ明らかでない．今後は，負担度の間接的評価方法である副次課題法の適切な仕様，音声操作タスクが備えるべき要件，部分自動走行車両において使用が許容される車内タスクを明らかにすることが有用と思われる．

(41) 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》

衝突安全性評価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，欧州における最新の研究動向を調査し，バーチャルテストングに関する知見を収集した．

欧州では，バーチャルテストングに関する研究プロジェクトとして大きなものが2件実施されている．1つは「VIRTUAL」と称するもので，現行の衝突試験の拡充（乗員・衝突形態の多様性を考慮した衝突試験，交通弱者保護の対象拡大（歩行者のほか，自転車乗員，立姿勢乗員））を目指している．本プロジェクトの一環として，人体有限要素モデル ViVA+（50F，50M）が構築され，オープンソースとしてリリースされた．もう一つは，2020年に発足した「HBM4VT」である．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・使用する専門家たちによって，既存の経験や知識を集約し，利用可能な人体モデルの現状や傷害リスク予測の精度向上などについて議論がなされている．今後も引き続きこれらのプロジェクトの動向を調査し，バーチャルテストングに関する知見を蓄積していく予定である．

(42) 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》

衝突被害低減ブレーキ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ている．

2021年度は，前年度構築した傷害予測モデルのプロトタイプをベースに，ベイジアンネットワークおよびLightGBMを実装した機械学習手法により傷害予測モデルを完成させた．また，2021年度に構築した傷害予測モデルは米国の事故データに基づいていることから，国内マイクロ事故データを，構築した傷害予測モデルに適用し，国内の事故に対する予測精度を確認した．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．

(43) ADAS-EDR 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普及している先進運転支援システム（Advanced Driver Assistance System, 以下「ADAS」という）機能や開発が進む自動運転機能に対し、事故が発生した場合の責任の所在を明らかとするため、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。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 - Event Data Recorder, 以下「ADAS-EDR」という）を有する車両が発売されている。

本研究では、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た。なお、本研究はボッシュ株式会社との共同研究である。2020 年度は車両前後方向成分（前後加速度、速度など）の記録項目を検討したことから、2021 年度は、車両左右方向成分（横方向加速度、ステアリング角速度など）の検証を目的とした実験を行った。

本実験の結果、ADAS-EDR に保存される情報を確認するとともに、データ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、データの記録条件などを推定することができた。今後は、より詳細な分析を行うとともに、実験車種を増やしていく予定である。

(44) 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》

バス車内における乗客転倒事故や扉挟み込みによる負傷事故など、車両の衝突を伴わない乗合バスの車内事故は、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。2020 年度に行った先行研究では、車内事故の要因を乗務員要因、乗客要因、車外要因に分類し、車内事故発生状況を整理した。2021 年度は、車外要因事故（自動車の割り込みなどが要因となり発生した車内事故）について深堀分析を行い、車外要因別に効果が見込まれる対策例を整理した。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。

(45) 車両安全対策の検討に係る EDR 活用の研究

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 田川 傑

《研究概要》

車両安全対策の検討において、車両安全対策の評価や各種試験方法の検討の際に、実際の交通事故発生時の車両情報が活用できれば、現実には現時点より効果的な対応が可能となると考えられる。しかし現状では、交通事故発生時の客観的な車両情報を得ることはできないため、交通事故統計データ等を用いて推測している例が多い。そこで近年では、イベントデータレコーダ（以下、EDR）の活用が検討されており、速度等の車両挙動のみならず、運転操作や安全装置の作動状況等の情報の記録についても期待されている。本研究では、前年度に実施した実験で取得した EDR データを用いて、速度や加速度等の車両前後方向の車両挙動や、安全装置の作動タイミング等について分析し、車両安全対策の検討に資するデータが得られる可能性について検討した。今後は、より具体的な EDR の活用方法を想定したケーススタディ等の実施により、車両安全対策を検討するために必要となる各種情報を整理していく予定である。

(46) 歩行者事故低減に向けた子どもへの安全教育および周囲の監視に関する研究

〔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 自賠責運用益拋出事業

《研究概要》

3年計画3年目

本研究では、発達段階に応じた効果的な安全教育と、保護者による子どもの監視の状況と要件を整理することを目的として、3カ年の研究を行い、以下の成果を得た。

児童へのアンケートや半構造化面接調査、有識者への訪問調査や先行研究調査から、保護者参加の低学年児童の安全教育の有用性、高学年児童への人間教育の重要性、および発達段階に加えて各年度の子どもの特徴への配慮などが、効果的な教育の要件として抽出された。

また、Web アンケート調査により、保護者が子どもを監視できない状況として、荷物により両手が塞がっている場合に手つなぎが困難なこと、保護者の愛着や養育特性により、子どもの手つなぎ拒否や保護者からの手つなぎの状況が異なることが、3カ年の調査により示唆された。以上の結果から、両手が塞がっている際の対応として保護具の使用などについて考察し、保護者による適切な監視の要件として、子どもとの親子関係の重要性について論じた。

今後、本研究で得られた成果をもとに、効果的かつ効率的な交通安全ツールの開発に際しての留意点を検討するとともに、保護者や地域による子どもの監視の取り組みについて、継続的に調べる予定である。

(47) 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、緑内障ドライバの補償行動のうち、特に視線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、様々な交通場を対象に、視線行動を取得した。実験に用いた交通場面は、一般ドライバの交通事故実態や歩行者の行動モデルの知見を参考に、交通事故が発生し易い状況を対象とした。具体的には、市街地道路における単路、交差点における道路の付属施設（信号機、横断歩道、ガードレール、植樹帯）の有無や交通参加者（歩行者、対向車、駐車車両）の有無を組み合わせた13場面とした。2021年度は、健常高齢者の視線行動の取得を行った。2022年度取得予定の緑内障ドライバの視線行動と比較し、視線行動の特徴の違いや視野障害を補償する行動があるか否かについて分析する予定である。

(48) 深層学習による自動車事故時の歩行者画像を用いた傷害予測手法の確立

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 國富 将平

〔助成元〕

独立行政法人日本学術振興会

《研究概要》

3年計画3年目

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強く望まれている。しかし、現行のロジスティック回帰分析による傷害予測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し、シミュレーションから得られた歩行者衝突画像から歩行者の傷害レベルを高精度に予測する傷害予測アルゴリズムの確立を目指した。

3年計画の最終年である2021年度は、これまでに構築してきた傷害予測モデルに対して、頭部傷害だけでなく、脚部傷害を新しく予測対象に加えることで、成人男性歩行者モデルを対象とした画像情報による部位単位での傷害レベル予測を試みた。その結果、頭部および脚部傷害に対する高い傷害予測性能が示され、深層学習による画像認識と歩行者衝突画像を用いることで、歩行者の傷害部位単位での傷害レベル予測の実現性が示唆された。また、予測時に予測モデルが着目した画像内の特徴を可視化する Shapley Additive exPlanations の適用結果から、作成した傷害予測モデルは衝突時の歩行者モデルの顔部と肩部、腕部における特定の挙動に着目して予測している可能性があることが明らかとなった。

(49) 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ブレーキ（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の性能評価を導入する計画である。

本研究では、これまでの事故分析結果から優先度が高いとされた「右直（右折時の対直進車）シナリオ」と「出会い頭シナリオ」および「右左折時歩行者シナリオ」について、先行するEuroNCAP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、右直シナリオと右左折時歩行者シナリオについては、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、試験方法のドラフトを作成した。

(50) 「無人自動運転等の先進 MaaS 実装加速化推進事業（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、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。また、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。経済産業省・国土交通省では、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進めている。

本事業では、実交通データの分析によって作成した 24 種類の自専道シナリオの生成・管理ができるシナリオデータベースのプロトタイプ構築と基本仕様の作成を行った。また、一般道シナリオに関しても、シナリオデータベースに組み込めるように構成要素のモデル化を実施した。本事業成果を国際標準である ISO34502 にインプットした形で DIS が承認され、正式発行の目途が立った。

今後は、自専道で開発・構築した評価手法を一般道へ拡張することに加え、自動運転車の安全性評価を支える実用的なツールを目指してシナリオを生成できるデータベース公開に向けて継続的に開発を進める。

(51) 車両安全対策の総合的な推進に関する研究

〔プロジェクトチーフ〕

安全研究部 岩城 亮

〔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交通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調査・分析を実施した。

具体的には、今後重点的な対応が必要となる車両安全対策の検討を目的として、年次推移（2011 年～2020 年）等の事故データを活用し、事故発生状況の俯瞰的な分析を実施した。また、今後更なる対応が必要となる、高齢運転者による事故傾向を把握することを目的として、高齢運転者が第 1 当事者となる歩行者対四輪事故を対象とした詳細分析を実施し、発生状況や特徴等について整理した。

(52) 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。

本研究では、自動車事故報告書および車内事故発生時のドライブレコーダデータを用いて、車内事故の発生要因等を分析した。また分析の結果を踏まえ、車内事故防止に向けた対策案と、想定される効果等について整理した。

自動車事故報告書およびドライブレコーダデータの分析では、車内事故発生時の車両の動きや、受傷者の動きおよび属性等の特徴を踏まえ、車内事故発生時の状況やその要因について整理した。また、車内事故防止に向けた対策案について、装置による対策を念頭に、車内事故の発生状況別に検討した。検討結果の一例として、バス乗務員から乗客の行動が見えない、または気づきづらいことが要因と考えられる車内事故事例においては、車内状況の確認しやすさを補助する装置や、座席から立ち上がった乗客への気づきやすさを補助する装置の活用等を、車内事故の削減効果が期待される対策案として整理した。

(53) 自動車アセスメント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に関する基礎調査

〔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》

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) の開発が進められている。

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) 歩行者の脚部損傷に関する事故実態調査、2) 歩行者脚部保護性能試験に関する海外動向調査、3) aPLI を用いた歩行者脚部保護性能試験を実施した。

その結果、現行の脚部評価対象である膝部や脛骨に加え、大腿骨も保護対策が重要な部位であることが示唆された。また、同じ評価車両を用いて Flex-PLI と aPLI の挙動や計測結果を比較し、試験導入の検討に必要な基礎資料を得ることができた。

(54) 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、最新の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、実車前面衝突試験を実施し、試験条件案を検討した。その結果、新たな前面衝突試験として、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採用し、衝突速度は両車 50 km/h、使用ダミーは従来ダミーよりも生体忠実性に優れ、多様な計測能力を持つ THOR (Test Device for Human Occupant Restraint) 成人男性ダミーを運転席に搭載、MPDB 台車の重量は 1200 kg とする試験条件案をまとめた。また、試験方法や評価方法について、今後検討が必要な項目や考え方を整理した。

(55) 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〕

国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学

《研究概要》

3年計画1年目

協働型産業用ロボットやサービスロボットのように同一空間で人と機械が共存して作業を行う場合、特に手部の傷害に対する安全設計が重要である。本事業では、手部の切傷等の軽度傷害に着目し、各機関との連携によって、傷害の発生条件となる物理的な接触条件とその閾値の導出及び計測方法を確立する。

JARI の担当はコンピュータシミュレーションを用い、手部の軽度傷害が発生する条件を、関係する物理量にて表現し、その閾値を明らかにすることである。3 年計画の初年度となる本年度は、皮膚等の軟組織の材料特性を調査し有限要素 (FE) モデルに用いる特性データを作成した。最終年度までに他機関が実施する被験者実験、指の材料特性試験及び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、軽度傷害の発生条件とその閾値を導出し、他機関が開発する計測装置の評価基準値として活用する計画である。

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ナを務める ISO/TC199/WG12 (Human-machine-interactions) へ提案し、産業界における安全な協働型の機械の開発に貢献する。

(56) ウィンドスクリーン破壊強度分布の明確化の研究

〔プロジェクトチーム〕

安全研究部 面田 雄一

〔委託元〕

自動車基準認証国際化研究センター（JASIC）

《研究概要》

欧州の EC が採択した GSR（General Safety Regulation）改定における歩行者保護基準改定（歩行者頭部試験エリアのウィンドスクリーン部への拡大）について、国際基準である UNR127（歩行者保護に係る協定規則）にも反映するべく、GRSP 傘下の GSR タスクフォース（TF）で作成された改定提案が 2021 年 12 月の第 70 回 GRSP で可決された。GSR TF の議論の中で、フロントウィンドスクリーン中央部を対象とした歩行者頭部保護試験において、インパクトの衝突後すぐに割れが発生しない非典型的なガラス割れが発生することで、頭部傷害値に大きなばらつきが発生することが確認されている。将来の適切な試験法策定のためには、非典型的なガラス割れが発生する条件を定量的に明らかにし、その対策を構築する必要がある。

本研究では、実車のフロントウィンドスクリーンを用いて、9 箇所の位置から 100mm 四方の試験片を切り出し、ガラスの破壊強度試験として一般的に実施されている同心円曲げ強度試験（Ring on Ring 試験）を計 90 回行い、試験片の荷重-変形特性を取得した。その結果、同一のフロントウィンドスクリーン内でピーク荷重を比較すると、切り出し位置の違いによって、ピーク荷重が相違することがわかった。さらに、切り出し位置別にピーク荷重を比較すると、フロントウィンドスクリーンの違いによって、ピーク荷重が相違することがわかった。

(57) ロボット介護機器開発等推進事業

〔プロジェクトチーム〕

自動走行研究部 勝田 智也

〔委託元〕

国立研究開発法人日本医療研究開発機構

《研究概要》

超高齢社会を迎えた我が国では、介護労働を助け、被介護者の日常生活をアシストするロボット技術の発達が進んでおり、その安全基準や試験方法の開発が喫緊の課題となっている。本事業では、前身事業の成果物として発行した「ロボット介護機器開発のための安全ハンドブック」に基づき、開発者が安全な機器開発のために具体的にどのような設計・試験をすべきかが分かる安全基準ガイドラインの策定を行い、将来的には個別製品 JIS 規格の素案とすることを目指している。本事業は 4 か年計画で開始しており、「屋外移動支援（ロボットアシストカート等）」、「装着型移乗支援（装着ロボット等）」、「非装着型移乗支援（ロボット介護リフト等）」の 3 分野を対象とした調査検討を行う。初年度である令和 3 年度は、「屋外移動支援」分野のリスク分析を行い、リスク低減をするための安全性能基準や安全試験方法を、産業技術総合研究所を中心としたコンソーシアムで調査検討し、実機を試験することで妥当性や検討プロセスの確認を行った。また、確認されたプロセスを、他の 2 分野に応用し次年度以降の活動とする予定である。

なお本研究は、AMED の課題番号 JP21he2002004 として支援を受けたものである。

(58) 無人航空機の衝突性能評価法（機体構造）開発

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 松本 光司

〔委託元〕

国立研究開発法人産業技術総合研究所

《研究概要》

無人航空機（以下、「ドローン」という）の急速な普及にともない、構造物との衝突、あるいは制御不能となって落下する等の事故の増加が懸念されている。このため、ドローンには衝突や落下に対して、その影響を最小に留める等の対策が求められている。現在、ドローンに適合する衝突性能の評価方法は存在しないことから、評価方法を開発することが急務となっている。本研究では、ドローンの衝突性能評価法について、概ね 50～60 km/h 以上の高い速度で衝突する状況を再現させた試験方法を開発することを目的とし、衝突試験装置を試作した。

ドローンの衝突試験装置に求められる性能は、目標とする高い速度で射出し、衝突位置や機体姿勢を精度良く再現することである。そこで固定翼模型飛行機用の射出装置（空圧式カタパルト）をマルチロータ式等の多種多様な機体にも対応できるように機能を追加した。試作した試験装置の検証のため、4 種類の機体を合計 9 機を使って衝突試験を実施した。試験では機体の衝撃力、加速度および機体姿勢を計測した。計測結果から、開発した試験装置はそれぞれの試験データで反復性が高く、機体間の相対比較が可能となった。

(59) 交通事故解析のための電動キックボードの実機試験委託

〔プロジェクトチーフ〕

自動走行研究部 渡邊 直也

〔委託元〕

警察庁

《研究概要》

近年、電動キックボードをはじめとする低速・小型の電動モビリティに対する社会的関心が高まっている。電動キックボードの利用者は増加傾向にあり、これに伴って交通事故の発生件数が増えることが懸念されている。一方、電動キックボードは乗員が立ち姿勢で走行し、衝突時の挙動解析はほとんど行われていない状況にある。

このため本試験では、電動キックボードの交通事故解析の向上を目的として、電動キックボード上に歩行者ダミーを立たせた状態で走行させ、停止した乗用車前部（ボンネット部）や縁石に、電動キックボードを目標衝突速度 15 km/h と 20 km/h の 2 条件で衝突させた。なお、本試験に用いた歩行者ダミー（Hybrid III 50th Percentile Male Pedestrian Dummy）は自立保持できないことから、海外文献等をもとに歩行者ダミーや電動キックボードの姿勢を補助する台車を試作している。本試験を行うことで、電動キックボード衝突時の乗員挙動ならびにダミー頭部の加速度を把握することができた。

2.3 新モビリティ分野

(60) ITS 産業動向調査に関する調査研究

〔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》

本調査は、ITS や自動運転、新たなモビリティの活用に向けて、最新の動向を把握し、その普及や発展に向けた課題を抽出すること、さらに様々な移動に関する課題解決に向け、提言や情報発信を行うものである。そのため、ITS 関連企業や省庁、団体などのキーパーソンへのインタビューやアンケートを通して得られた知見をベースに産業動向調査研究会独自の分析を加え、報告書としてとりまとめている。報告書は、関係者や一般にも頒布し、成果の普及に努めている。

超高齢化や人口減少、都市の人口集中、地方の過疎化、労働力不足などのこれまでの社会問題に加え、カーボンニュートラルや with/after コロナへの対応が求められるなかで、人やモノの移動の課題解決に向けて、自動運転やモビリティサービス・MaaS に急速に注目が集まっている。MaaS がもたらす新たな価値は鉄道会社、公共交通事業者はもとより、これからも様々な産業へと拡大するものと期待され、実現に向けた取り組みが活発化してきている。2021 年度の調査では、世界中で開発が進む自動運転の技術とその課題や法整備の動向を紹介するとともに、電動化が ITS に及ぼす影響や SDGs/ESG との関係性を世界各国の EV の動向を交えて考察した。また、自動車が持つ情報の活用やセキュリティ、少子高齢化や労働力不足を解決するために ICT を活用した新たなモビリティサービスなど、自動車だけでなく、その周辺動向も含めて網羅的に調査し最新動向を報告した。

(61) 無人自動運転等の先進 MaaS 実装加速化推進事業 自動運転レベル 4 等先進モビリティサービス

〔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 40 ヶ所以上で実用化することを目指しています。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ます。

1) 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ます。

2021 年度は、ひたち BRT 走行路が一般道路と交差する交差点通過と、BRT 走行路脇の歩行者横を通過する場合の対応方針を集中的に検討しました。以降、順次多様なケースに拡大して検討を進めます。

2) 安全設計・SA ガイドの検討

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ですが、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ります。

2021 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・SA(Safety-Assessment)ガイド(仮称)」の必要性や開発方針等について提案し、関係者での共通認識を得ました。実証実験や実用化などの段階ごとに実施される安全性の審査や関連法規などとの関連性検討とともに、ドラフト版作成を目指します。

3) ひたち BRT 自動運転レベル 4 相当の自動走行システム故障時のリスクを許容可能なレベルに抑制できるよう、機能安全の観点から安全分析・安全方策検討を行いました。

(62) ISO26262 規格運用共同研究

〔プロジェクトチーフ〕

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》

2 年計画 1 年目

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，「複数システム連携開発における ASIL 継承」および，「従属故障の規格解釈」について議論した。2 年計画 1 年目の成果として，「複数システムの例として 4 つのモータ構成を事例にアイテム定義と ASIL 継承を考察し，ASIL をアイテム内で完結して考える場合と，アクチュエータまで含めて継承する場合と 2 つの解釈」を得ることができた。また，「実開発における従属故障対策のケーススタディを通じた規格の解釈議論」を実施，規格解釈および実運用課題に関する共通理解を得ることができた。

(63) 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

〔プロジェクトチーフ〕

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》

日本の少子高齢化は深刻な社会問題となっているが，中でも人口の減少が顕著で，若い世代の定住や移住が難しい中山間地域においては，「これからも継続して居住したい」という住民の希望を満たすための医療や介護，物流，移動手段などの公共的な生活支援サービスを，どう手当てしていくのが喫緊の課題となっている。

また，こうした公共的な生活支援サービスの目指すべき方向性や方策については，地域が抱える事情や意向など，様々な要素を勘案し，その姿を描いていくことが求められる。

当調査では，それぞれ特色を持つ 4 地域を選定し，行政や民間が運営する「移動手段」や「物流」，「医療保健福祉サービス」等の基礎的なデータを収集するとともに，地域のコミュニティの実態や暮らしぶり等についての調査を実施した。

その結果，中山間地域においては，医療・介護などの生活支援サービスは，今後，事業性が悪化しサービスの撤退等も想定されること，そのため，居住を継続することが難しくなることが見えてきた。また，その対応策として，「拠点化などを含めたまちづくり」や「モビリティサービスの確保」が重要なファクターになることが明らかになった。