



Transportation & Logistics Division Newsletter

日本機械学会 交通・物流部門ニュースレター

No.64 September, 2022

大阪・関西万博での実用化に向けた eVTOL 開発

eVTOL の概要とその背景

国内でも報道などで「eVTOL」と言う言葉を頻繁に聞くようになって久しい。eVTOLとは「electric Vertical Take-Off and Landing」の略で、「イーブイトール」と読む。直訳すると「電動垂直離着陸機」であり、文字通り電動による推進装置を持ち、垂直に（滑走路不要で）離着陸することができる航空機のことである(図1)。

電動化による騒音の低減は都市部上空（特に低高度域）での飛行を可能にし、垂直離着陸での運用は都市部での離着陸場所の確保の難易度を低減する。これにより、これまで航空機での移動が提供されてこなかった都市部での航空機の使用が促進されることが期待されている。また、今後ドローンに代表される自律飛行の技術革新が適用されることで操縦の難易度の低減が実現できれば、パイロット不足の解消に繋がる。そのようなことにより更に航空機での都市内移動が身近になることも期待できる。

現在様々な国で eVTOL の開発が行われており、その形態は多岐にわたる。代表的なものとしては複数の回転翼を用い、その推力の差を利用して姿勢制御を行う「マルチコプター」、巡航飛行中の揚力は固定翼で発生させ、ホバリングや前進飛行のための推力は回転翼で発生させる「Lift+Cruise」などが挙げられる。図1に示したSD-03はバッテリーを動力源とした電気エネルギーによってモータを回転させ揚力を得る「マルチコプター」方式であるため、飛行中にCO₂を排出しないことも特徴の一つである。

eVTOL への期待が高まる主要な背景として、人口集中と脱化石燃料が挙げられる。都市部における人口集中は世界中の大都市で大きな問題となっており、その結果として高速道路や幹線道路における自動車・二輪車の渋滞も深刻な問題となっている。そのような問題の解決策として、地上の道路状況に依存しない eVTOL に対する関心が高まっている。近年の脱化石燃料の流れによって、運航に多くの化石燃料を用いる航空機への風当たりは強くなっており、SAF(Sustainable Aviation Fuel: 持続可能な燃料、水素燃料や代替燃料)の適用などの研究が進んでいる。そのような中、主にバッテリーを主要な動力源とする eVTOL は、運航中に二酸化炭素などの

温室効果ガスを排出しない、環境に優しい次世代の移動方法として注目されている。

2025 年大阪・関西万博

1970 年、アジアでは初となる万国博覧会が大阪で行われた。合計来場者数は6400万人を超え、世界中の国から多くの人が訪れた。その感動を再び日本に持ってくるために、2025年に大阪・夢洲で大阪・関西万博が開かれる。その万博の開催期間中に eVTOL による輸送や遊覧飛行を実現するために、多くの企業が参入を考えている。eVTOL が大阪・関西万博をより魅力的なイベントにし、大阪・関西万博が eVTOL の社会的認知度をより向上させることが期待されている。

万博での eVTOL 実現に向けた課題と今後

上述したように、万博での eVTOL の実用化が期待される一方で、多くの解決すべき課題があり、大きく分類すると、機体・運航管制システム・離着陸場などの開発と、型式証明・操縦資格・運航管制にかかる制度設計などがある。これらは一企業のみで解決することは困難であり、大阪・関西万博という旗印のもとに関係企業や官庁が一丸となって取り組んでいく必要がある。

HP リンク：<https://skydrive2020.com/air-mobility>



図1 2020年に有人飛行試験に成功した eVTOL 試験機「SD-03」

記事・図提供：株式会社 SKYDRIVE

安心と愉しさを支える乗用車用シャシの開発

自動車の運動性能は、長い年月をかけて理論体系が構築され、多くの数値計算手法も確立されてきた。一方でこの分野の難しさは、単に性能の高低では表しきれない領域があることであり、その領域がドライバにとってのコントロールのしやすさである。今回紹介する、シャシの領域だけでなく、車両運動制御やボディといった様々な領域においても、各社様々な取り組みが行われ、万人にとって真に扱いやすい車両が追求されている。

コントロールのしやすさは言葉で表現されるため、そのままでは図面化することはできず、安心感や愉しさに直結する物理量を数値化する必要がある。その一つが微小なハンドル操作時のシャシの応答性である。従来から、車両の応答性は重要な性能指標の一つであり、ステップやサインスイープといった、ハンドル入力による定量化が行われてきた。しかしながら実際のドライバの運転動作を分析すると、一般道走行の実に95%はハンドル操作量が5度に満たない程の非常に微小な入力であった。定量計測をすれば外乱に埋もれるような物理量であるが、このわずかな物理量の中にコントロールのしやすさの答えがある。

高度な計測を行うにも車両に搭載できる計測器は限られる。そこで、実車の走行と同じようにタイヤが回転して力を出し、かつノイズの影響を受けにくい台上試験装置を開発した(図1)。

これにより、サスペンション部品であるロアアームが0.05度の範囲で微小な動きをすることや、ハンドルを切った時に転舵の軸が微小に揺らぐ現象など、詳細な挙動を捉えることができるようになり、現象に対応するCAEの技術も確立されている(図2)。ここに示したのは一例であり、ドライバ入力であるハンドルから路面に力を支えるタイヤの間には、ステアリング・ナックル・ブッシュといった様々な要素が直列・並列につながっている。これらの部品一つ一つの非線形的な振る舞いを分析して組み合わせて、サスペンションアセンブリの応答性が向上していく。図面やCAEのモデルに各部品の特性を反映して、安心で楽しい車両が開発されていく。

ハンドル入力に対する応答が早くリニアな特性を持つシャシは、運転操作をスムーズにし、同乗している方に安心感を与えることができる。あたかも熟練ドライバのように、運転がうまくなったようになる。今後自動運転は益々普及していくであろうが、上手なドライバに安心して身を任せられるのと同じように、上手な自動運転が求められるフェーズが訪れるであろう。素性の良いシャシは安心と愉しさを支える土台である。今後も実験技術を追求し、CAEや設計のレベルを上げて、より愉しく、安心な車の実現につなげることが期待されている。

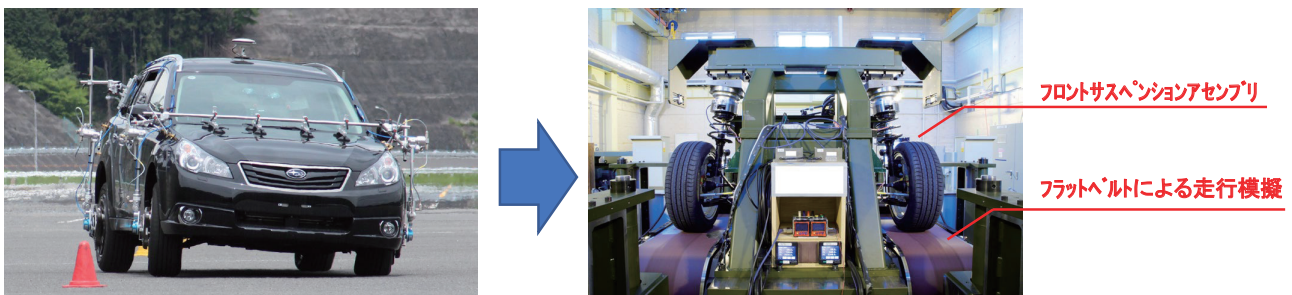


図1 実車試験から台上試験への置き換え

タイヤ転動時の複合入力を再現し、ロアアームの挙動を分析

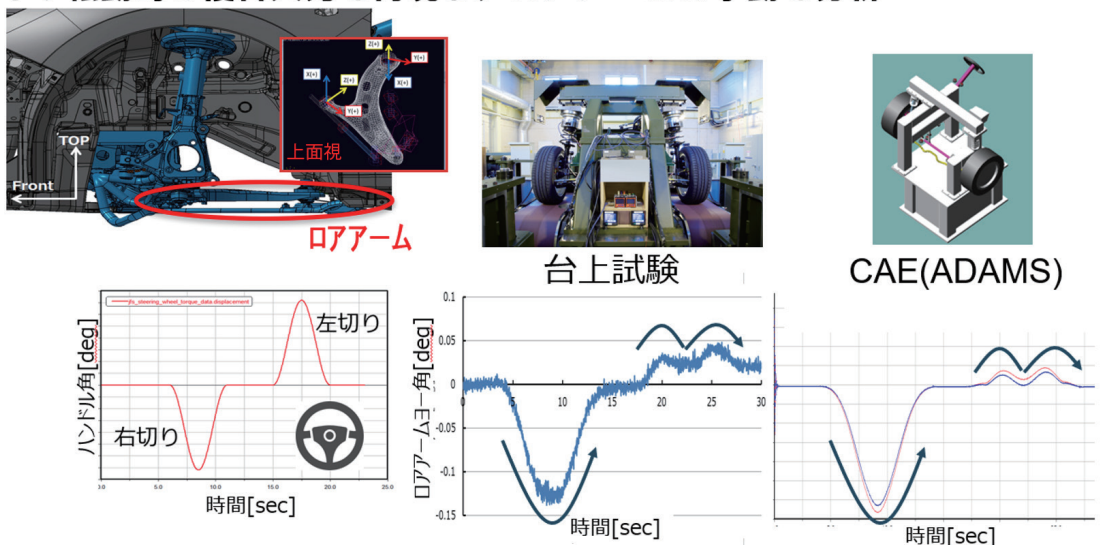


図2 台上試験機によるロアアーム挙動の分析とCAEでの再現

記事・図提供：(株) SUBARU

鉄道車両用アクティブトーションバー式車体傾斜システム

(公財) 鉄道総研 風戸 昭人、小島 崇、元 (公財) 鉄道総研 石栗 航太郎



風戸

車体傾斜車両は、曲線を高速で走行する際に、車体を曲線の内側に傾けることで、乗客に作用する遠心力を緩和して、良好な乗り心地を提供する車両で、国内には「振り式」と「空気ばね式」の2種類がある。振り式は5度程度の大きな傾斜角を持ち応答性能の面で優れているが、やや複雑な台車構造を持つため保守性に課題がある。一方、空気ばね式の台車構造はシンプルであるものの、最大傾斜角は2度程度に留まる。

振り式を超える制御性能と、空気ばね式のようにシンプルな台車構造を持つ第三の車体傾斜機構として、アンチローリング装置を応用した「アクティブトーションバー(以後「ATB」)式車体傾斜システム」を開発した。

ATB式車体傾斜機構は、図1に示すように、通常はアンチローリング装置として使用される、トーションバーとアームの間にロータリーアクチュエータを直列に接続した構造を持つ。ロータリーアクチュエータの回転角を制御することで、左右のアームに相対角を生じさせ、車体を傾けることができる。

試作したATBとその構成を図2に示す。ロータリーアクチュエータは、ACサーボモータとロボットアームの関節部などに使用される精密減速機で構成される。サーボモータが発生したトルクは精密減

速機で増幅され、アーム先端部では車体に対して最大15kN程度の力を加えることができる。

試作したATBを台車に組み込んで実施した傾斜試験の様子を図3に示す。最大5度の目標傾斜角に対して、車体はわずか0.2秒ほどの遅れでスムーズに傾斜し、極めて高い制御性能を持つことが確認された。また、台上試験で実際の走行振動環境を模擬した条件下であっても、安定した制御を行えることが確認された(図4)。

実用化に向けた課題として、走行中に不意の電源遮断などがあった場合にトーションバーと直列接続のロータリーアクチュエータが剛性を失うと、車体を保持するロール剛性も低下してしまうことが開発当初に挙げられた。この課題は、ロータリーアクチュエータが出力軸側から回転入力を受けたときに発生する抵抗力「バックドライブトルク」を活用することで解決が図られた。制御フェール時には、バックドライブトルクによる減衰とトーションバーの剛性により、車体ロール支持の減衰と剛性を確保しつつ、車体姿勢は通常の空気ばねの自動高さ調整機能により水平を維持する。

今後、高い乗り心地と保守性を両立する次世代の車体傾斜システムとして実用化が期待される。

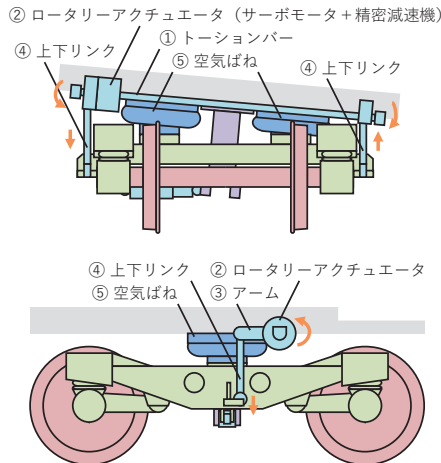


図1 アクティブトーションバー式車体傾斜機構

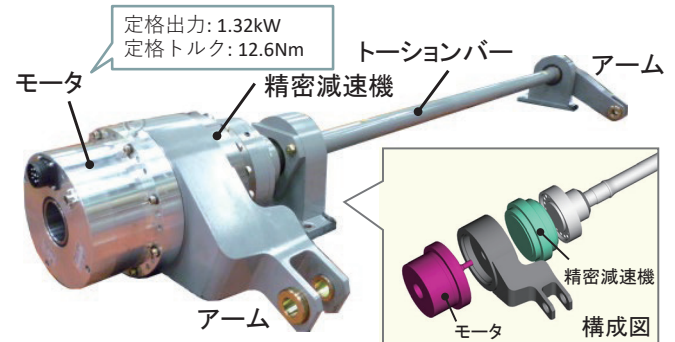


図2 試作アクティブトーションバー

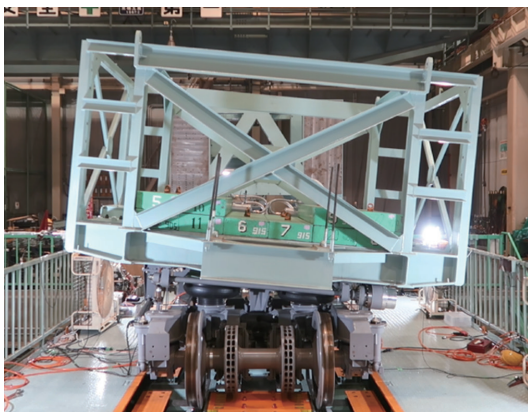


図3 5度傾斜試験の様子

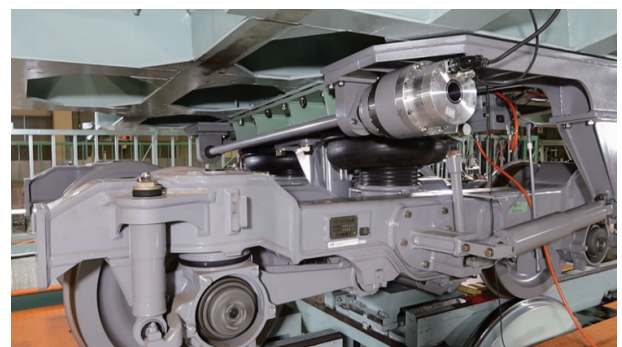


図4 走行振動環境下の傾斜試験

記事・図提供：(公財) 鉄道総合技術研究所

『夢・乗り物アイデアコンテスト 2021』開催報告

夢・乗り物アイデアコンテスト 2021 審査委員会 宮本岳史 (明星大学)

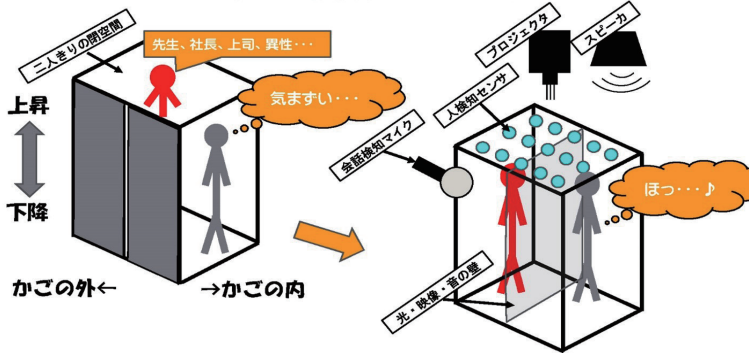
第30回交通・物流部門大会(TRANSLOG2021)において、4回目の夢・乗り物アイデアコンテストを開催しました。コロナ禍2年目にあっても、高いクオリティーの作品を9件応募頂きました。厚く御礼を申し上げます。このうち最優秀賞1件、優秀賞2件に交通・物流部門賞を贈りました。

「ホットと安心エレベータ」では、日常のストレスを源に、課題に展開し、画期的なエレベータのアイデアを作品にまとめられたことに感心しました。「旅館か〜」では、発想の展開が審査員を唖らせました。「竹トラッカー」に至っては、アイデアとそれを実現する機動力に感服でした。交通・物流部門ホームページ>イベント>夢・乗り物アイデアコンテスト (<https://www.jsme.or.jp/tldnew/event/translog/ideacontest>) では、審査員コメントを添えて受賞作品を掲示しております。

審査委員一同、このアイデアコンテストの審査を楽しみにしております。未来のいろんな乗り物が、人と物の交流を促し、融和する社会に貢献することを期待します。今年のTRANSLOG2022においても、夢・乗り物アイデアコンテストを開催します。ご応募頂きますよう、よろしくお願い申し上げます。

入賞作品介绍

ホットと安心エレベータ



コンセプト	プロジェクションマッピングとスピーチプライバシー技術を採用して、光と音の壁をつくって二人きりでも気まずくないエレベータを提供します
価値	価値1:二人きりでも相手を気にしなくてよし! 価値2:光と音の壁なのでぶつかってもケガしません! 価値3:犯罪の抑制にもつながります!
課題	課題1:人の位置を正確に、瞬時に、常に検知するための光学センシング技術の開発(人検知技術の開発) 課題2:二人の会話を計測し、二人の関係の有無を把握する技術の開発(会話検知技術) 課題3:エレベータ内でのコミュニケーション機会の喪失

エレベータ内の気まずい感じ・・・無くしたくありませんか???

最優秀賞 ホットと安心エレベータ 重 昂輝さん



日本唯一の虎竹電気自動車
「竹トラッカー」



背景課題
コロナになり、多くの地方都市が経済的危機に立たされている。復興としての課題は多いが、放棄してしまっても、負の遺産になってしまえば観光にも経済的にもよましくない。そこで、近郊のワイナリーやブドウ園等に合わせ、モビリティ化してみてはどうかとする。

コンセプト
旅館を解体し、キャンピングトレーラー化して都内公園やキャンプ場まで運ぶ「旅館か〜」の概念。
実現までの課題と展望
旅館というデザインを需要する視点と、モビリティという工学的視点の両立。しかし、これが実現すれば多くの問題化してしまっていた建築を救うことが出来るのではないだろうか。果たな建築保存法を示すきっかけになって欲しいと考える。

優秀賞 旅館か〜 高橋 知希さん



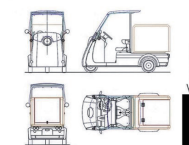
日本唯一の虎竹電気自動車「竹トラッカー」

【提案コンセプト】
竹は驚異的な成長スピードを持っていて節から20メートルの高になるまでにわずか7月しかかきません。また「竹」に人と書いて「突」となるように、竹は人々の生活に寄り添い、突進を待たないです。近年のプラスチックの廃棄や新素材の登場により急速に削減し縮小する竹業界ですが、身近で環境にも人にも優しく、無限の可能性を秘めた竹を使った電気自動車を製作することにより、多くの方の環境意識を高めたいと考えています。



【提案内容の価値】

竹は昔から暮らしの中でなくてはならない身近な素材でした。「竹」に「人」と書いて「突」となるように、竹は人々の生活に寄り添い、突進を待たないです。近年のプラスチックの廃棄や新素材の登場により急速に削減し縮小する竹業界ですが、身近で環境にも人にも優しく、無限の可能性を秘めた竹を使った電気自動車を製作することにより、多くの方の環境意識を高めたいと考えています。



【実現するために超えなければいけない課題】

電気自動車の本体は(株)光園自動車のLike-T3で製作しました。日本でもおそろしく唯一の2人乗り電気自動車です。家庭用コンセントで充電可能で、排気ガスを一切排出しません。このエコな21世紀型素材である竹と、ガソリンに比べて圧倒的に安価なコストで走り、排気ガスも排出しない電気自動車の組み合わせは、まさに最先端の未来のエコカーとも言えると思います。ただ車体価格が160万円と高額であるためクラウドファンディングを使い135人の賛助から350万円をたたくことで実現しました。

優秀賞 竹トラッカー 山岸 義浩さん

『夢・アイデア乗り物コンテスト 2022』

未来の乗り物、あったら良いなあと思う乗り物、かっこいい乗り物、Coolな乗り物、楽しい乗り物、人だけではなく物を運ぶ乗り物、夢の乗り物のアイデアを広く募集します。詳細は HP と募集要項をご覧ください。

たくさんのご応募をお待ちしております。 <https://www.jsme.or.jp/conference/tldconf22/doc/program.html#ideacontest>

審査基準：交通・物流部門に集う技術者・各種の専門家から見て“面白い”こと 応募〆切：2022年10月20日(木) 必着

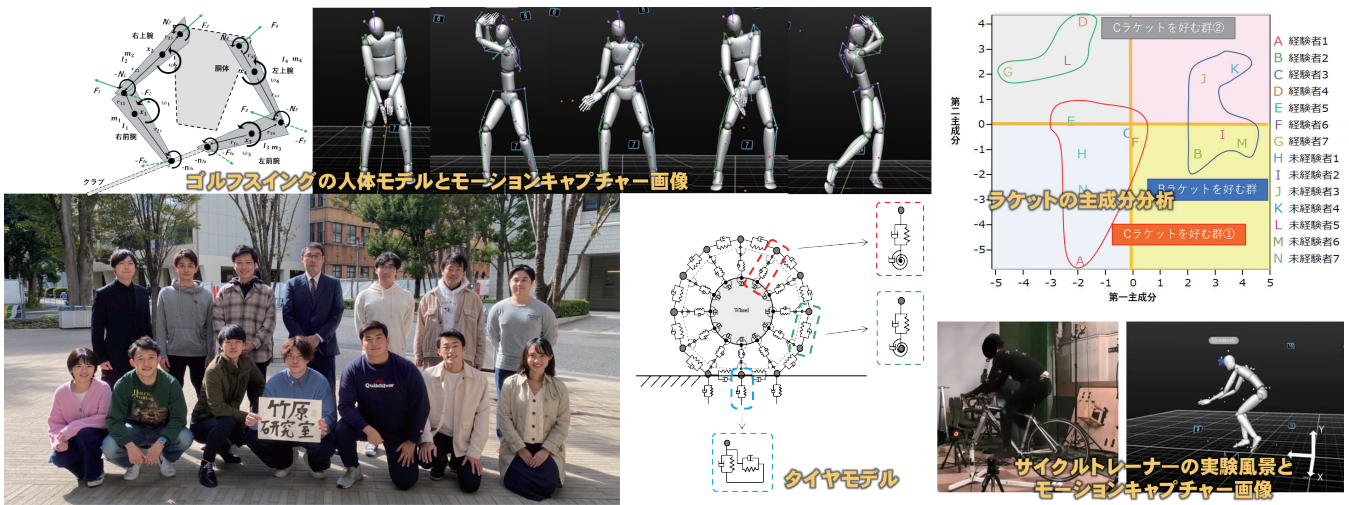
研究室紹介

近年、ニュースレター記事として企業や研究所における研究開発の紹介が多かったため、大学等教育機関における研究を紹介する場として「研究室紹介」コーナーを前号より設けました。本コーナーに対するご意見・ご感想を広報・出版委員会までお寄せ頂ければ幸いです。

上智大学 竹原研究室

URL : <http://pweb.sophia.ac.jp/takeha-labo/index.html>

当研究室では、人間工学を中心とし、マルチボディダイナミクス・制御工学・感性工学を用いることで、新しい機械・器具の開発を進めています。人体の関わる車両・スポーツというアプリケーションを軸に研究を行い、各分野の課題に取り組むことで、学問的な深掘りを目指しています。また、医療における熟練者の手技の分析や、子ども目線のランドセル開発（2019年度グッドデザイン賞受賞）なども実施してきました。鉄道や自動車に関するものとしては、乗車中の人体の姿勢制御に関する研究や、タイヤの摩耗に関する研究の実績があります。当研究室では、人体モデルを用いた生体力学的な分析や、感性工学的手法に基づくアンケートの作成と分析、モーションキャプチャ装置を用いた人体の動きの解析、アイトラッカーを用いた視線計測などが可能です。そして、毎年非常に意識の高い学生が集まっており、共同研究先企業様からお褒めの言葉をいただけることが、当研究室一番の自慢です。興味を持っていただけた方は、ぜひお気軽にお声がけください。



日本機械学会学術誌 投稿のご案内

日本機械学会学術誌 交通・物流カテゴリ カテゴリマネージャー 網島 均 (日本大学)

本会では、機械工学の全分野をカバーした、国際的にも存在感を有する学術誌を刊行しております。会員の皆様には、数多くの素晴らしい研究成果を学術誌に積極的に投稿いただきたくお願い申し上げます。和文の場合はカテゴリ「交通・物流」を、英文の場合は「Transportation and Logistics」をお選びください。

- Mechanical Engineering Reviews <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/mer>
- 日本機械学会論文集 <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/transjsme/-char/ja/>
- Mechanical Engineering Journal <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/mej>
- Mechanical Engineering Letters <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/me>

編集後記

広報・出版委員 渡辺誠治 (三菱電機)

約2年半ぶりに、部門の技術委員会では対面活動が再開され始め、オンラインでは得ることの困難な「直接的な反応や会議の雰囲気」を実感できています。また、移転後の日本機械学会事務局にも、ようやく訪問することができました。一方、広報・出版委員会では、当初計画していた対面会議が感染再拡大によって中止となり、未だに対面会議を再開できていない状況です。今年度の部門大会では、オンラインと対面を組み合わせたハイブリッドでの開催が予定されていますが、様々な会議形態を試行していく中で、どのような形式が今後の一般常識（最適解？）となっていくのでしょうか。



第100期 広報・出版委員会

- 委員長 飯田 浩平 (鉄道総合技術研究所)
- 幹事 井上 諭 (電子航法研究所)
- 委員 関根 太郎 (日本大学)
- 丸茂 喜高 (日本大学)
- 佐藤 哲郎 (日本車輛製造)
- 小嶋 満夫 (東京海洋大学)
- 渡辺 誠治 (三菱電機)



日本機械学会 交通・物流部門

〒162-0814 東京都新宿区新小川町4-1KDX 飯田橋スクエア 2階

TEL: 03-4335-7610 (代表) URL: <https://www.jsme.or.jp/tld/home/>