

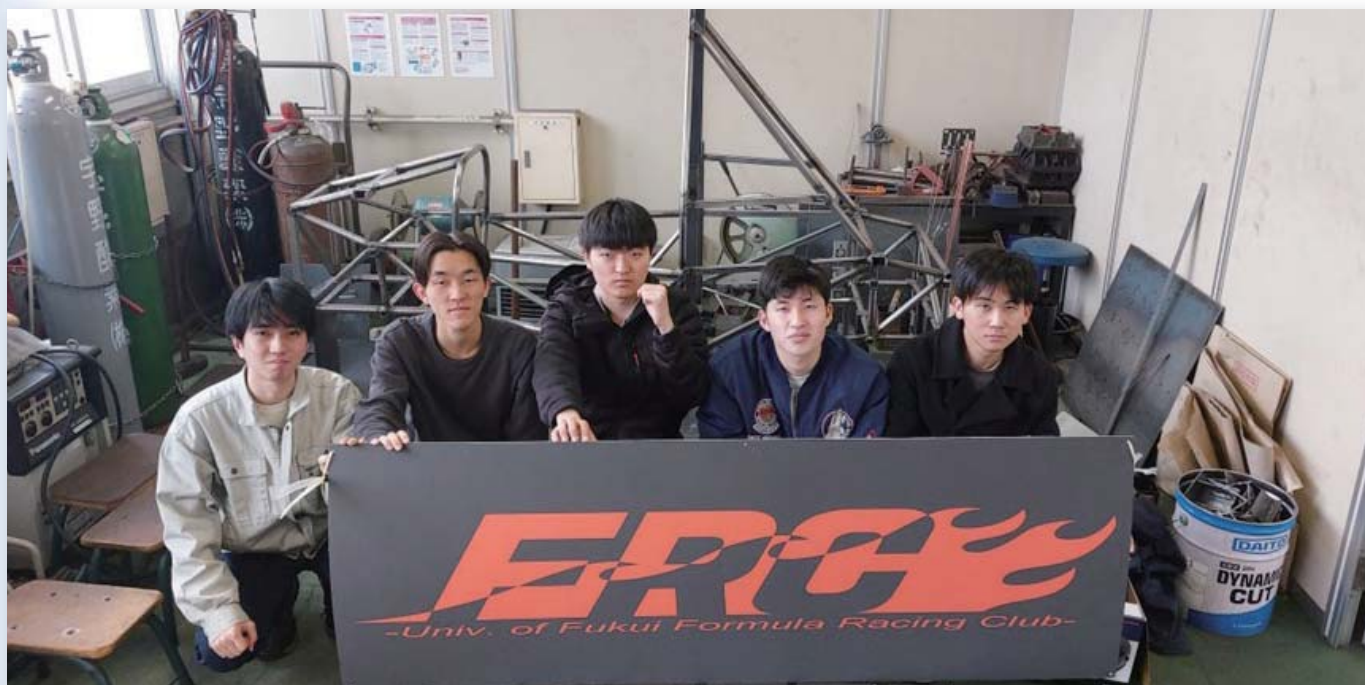
福井大学工学部先端科学技術育成センター

Center for Innovative Research and Creative Leading Education (CIRCLE)

CIRCLE News サークルニュース

2024. 3 [第25号]

## 福井大学フォーミュラカー製作プロジェクト 将来を見据えたEVコンバート



### 1. はじめに

弊チームは、ものづくりに必要な知識の自発的な学習と学生フォーミュラ日本大会への出場を目的に、学部1年生から修士2年生までの15名で日々活動を行っています。現在は、2024年9月にAichi Sky Expo (愛知県常滑市) で開催される学生フォーミュラ日本大会への出場に向け、先端科学技術育成センターの職員様にご指導頂きマシン製作を行っています。

### 2. 学生フォーミュラ日本大会

学生フォーミュラ日本大会は、公益社団法人自動車技術会の主催により、2003年より開催されている自動車競技会です。2023年度で第21回大会を迎え、伝統ある大会となっています。弊チームは、この学生フォーミュラ日本大会に2006年度の第4回大会より参戦しています。

開催の目的は、自動車を題材に構想・企画・設計・製作を通して、学生にもものづくりの総合力を学ばせることにあります。学生フォーミュラは世界規模で人気を博しており、世界17カ国、600校を超える大学に普及しています。そのため、日本大会では、特にアジア圏を中心に海外から参戦するチームもあります。こうした海外チームはEV (電気自動車) の技術レベルが非常に優れており、国内のICV (ガソリン自動車) チームの成績を圧倒しています。

### 3. EVのパワートレイン

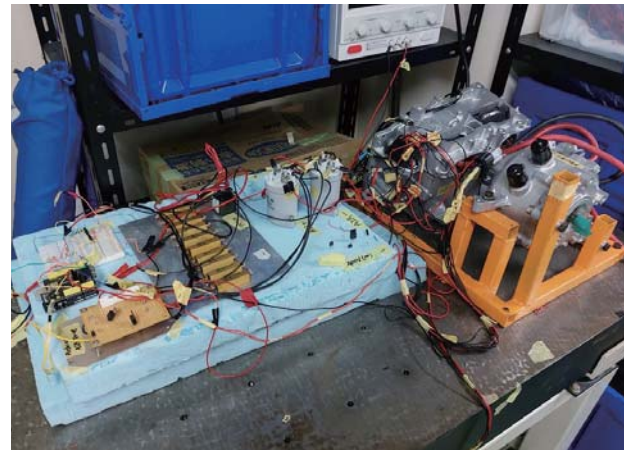
EVとは、車載バッテリーに蓄えた電気によってモータを駆動し走行する自動車のことです。走行前にバッテリーに電気を充電しておき、走行中はインバータで直流から交流に変換しモータを駆動させています。ICVにないEVの魅力として、アクセルレスポンスの良さが挙げられます。モータで走るEVは発進時から最大トルクを発生させることができますので、マシンの加速性能向上に貢献します。

また、モータを4輪に搭載することで、トルクベクタリングと呼ばれる技術を活用することができます。トルクベクタリングの利点は、4輪にあるモータを用いて自在にマシンを制御できることです。マシンがコーナーを旋回する際、内輪よりも外輪のトルクが大きくなるように制御することで、マシンの旋回性能向上に貢献します。後述の海外大会で上位を獲得しているチームの多くがトルクベクタリングを搭載しており、トルクベクタリングはタイム向上に効果的です。

### 4. 学生フォーミュラにおけるEVのメリット

学生フォーミュラにおけるEVのメリットは、加速性能と旋回性能がICVより優れている点です。加速性能を競うアクセラレーション種目と旋回性能を競うスキッドパッド種目について、ICVクラスでの参戦の多い日本大会と高度で先進的なEV技術を持つドイツ大会の成績を図に記載しました。日本大会とドイツ大会を比べると、どちらの種目においてもトップチームのタイム差が0.5~1.0秒程あることが分かるかと思えます。このようにICVに比べEVはマシン性能に大きなアドバンテージがあり、世界のトップチームのほとんどはEVクラスでの参戦をしております。そして、海外のEVの活躍ぶりを見て、日本でもEVへ挑戦するチームが急速に増えています。

弊チームは、2017年、2018年と2年連続で大会上位となる総合14位(約100チーム中)を獲得しました。しかし、その後は主に加速性能と旋回性能で他校と差を付けられ、徐々に成績を落としてしまいました。こうした状況を打破し、競争力のある海外チームに負けないマシン開発を行うため、弊チームは加速性と旋回性の面で有利なEVクラスへの参戦を決断致しました。

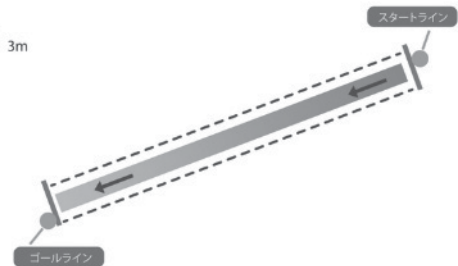


DENSO製 モータ&インバータと高電圧回路

#### アクセラレーション<Acceleration>

コース概要

- 直線75m
- コース幅 3m

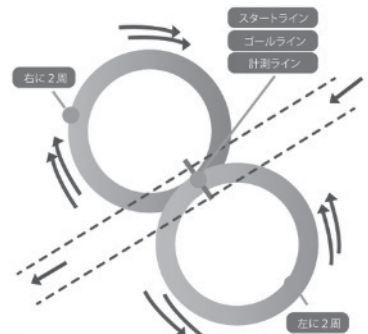


- ★直線0-75mの加速タイムを競う。
- ★上位チームのタイムは4秒前半。
- ★スタート時のタイヤの空転を抑え、あとは動力性能の勝負となる。

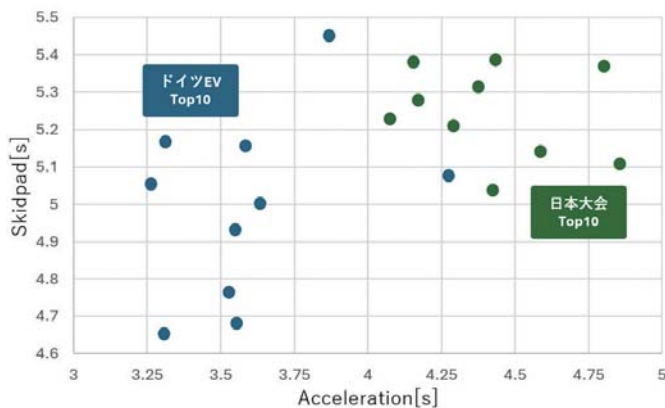
#### スキッドパッド<Skid-pad>

コース概要

- 8の字コース(右2周・左2周)
- コース幅 3m



- ★左旋回と右旋回の周回タイムの平均を競う。
- ★上位チームのタイムは5秒を切る。
- ★パイロンペナルティは、各0.25秒のペナルティとなり、車両の旋回性能が大切となる。



出展：第21回学生フォーミュラ日本大会 大会プログラム



## 5. EVコンバートの課題

EVIにコンバートすることでマシンの競争力が向上する一方で、EVのパワートレインシステムを一から構築しなければならないため様々な課題があります。

まず、パワートレインシステムを一新しなければならないことです。ICVの知識が通用しないため、EVの部品についての理解から始めました。特に苦労したのがバッテリーです。バッテリーは高価であるため、1・2年で買い直しということができません。そのため、現在のマシン開発と将来的な開発状況、数年後の劣化状態など多方面から考慮し、バッテリーの諸元を決定しました。また、リチウムイオンバッテリーを使用するため、火災などへの安全性についても時間をかけて検討しました。

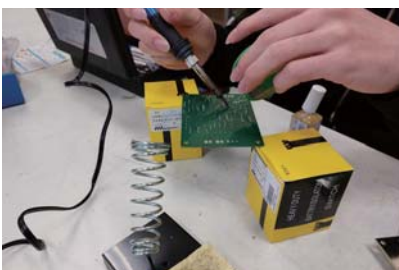
次に、電気系トラブルへの対処です。学生フォーミュラでは、バッテリーとインバータ・モータを繋ぐ高電圧系統だけでなく、高電圧系統からドライバーや作業を守るための保護回路も開発しなければなりません。この保護回路でトラブルが発生することが多く、ICVと違い可視化することが難しいためトラブル発生箇所の特定に時間がかかります。他チームではありますが、1つの不具合を洗い出すのに1ヶ月以上かかったという話も聞きます。そのため、開発期間が1年と短い学生フォーミュラでは、苦戦を強いられるポイントになると考えています。

最後に、増大する車検項目への対策です。EVでは、機械部品の安全性を確認する機械車検とは別に、電気部品の安全性を確認する電気車検が新たに課されます。大会における車検時間は限られているので、車検項目の追加は出走に向けて大きな障壁となっています。

## 6. 24年度大会に向けて

24年度はレギュレーションに沿った車両開発を重視し、大会での車検通過・動的審査への出場を目標とします。例年はシャシー・パワートレイン双方の開発を行ってきました。しかし、24年度はシャシー部門はICV時代の設計を踏襲します。そして、可能な限りパワートレイン開発にリソースを割くことでEVシステムの基礎の確立を目指します。また、今後の展望として、マシンの走行性能の向上を狙い車両にトルクベクタリングを搭載し、動的種目(タイムアタック、周回走行等)でのタイム向上を目指しています。

学部1年生、2年生が主な実働メンバーであり、経験があり連携を密に取れる学部3、4年生が非常に少ない状況にあります。(2024年3月時点) そのため、まだ経験が浅くご迷惑をおかけすることもあるかと思いますが、ものづくりへの情熱で再び上位入賞できるようなチームにしていきますので、ご指導ご鞭撻のほど何卒よろしくお願いいたします。



## 7. 新入生募集

弊チームでは、自動車を通じたものづくり活動を行っております!自動車やものづくりが好きで興味を持っている人、大歓迎です!!興味があれば、QRコードからぜひご連絡ください!

2024年度 チームリーダー 中川廣昭



# Imagineer を育む創成教育

工学部では、夢を描き (IMAGINE)、それを形にする技術者 (Imagineer)、すなわち、基礎知識や高度な専門技術に加えて、創造力、評価力、主体性、コミュニケーション能力を併せた総合能力の育成を目的に、創成教育推進経費により色々なプロジェクトや取り組みを行っています。

## 機器デザイン教育のための実験機材開発プロジェクト

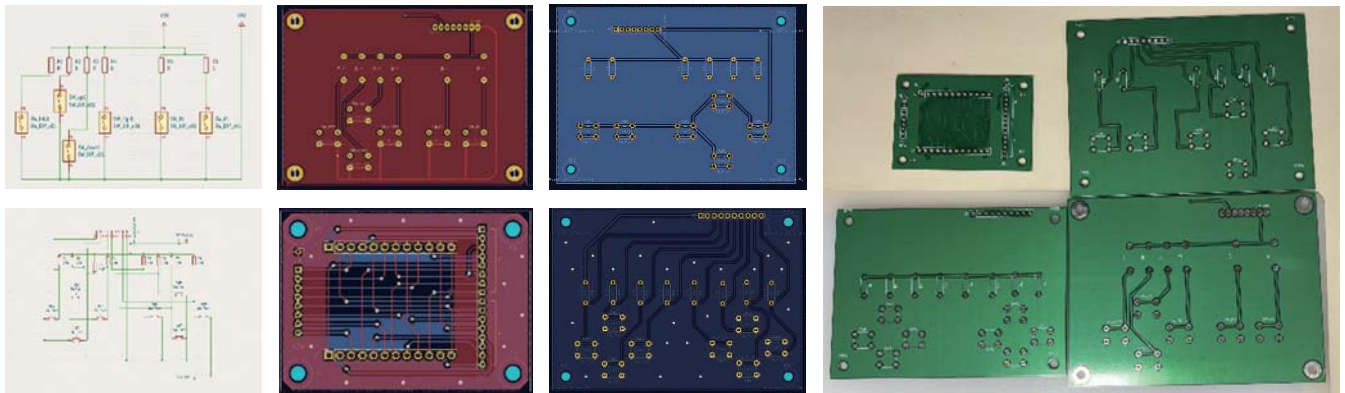
ICT分野の専門教育では、ソフトウェア(SW)とハードウェア(HW)の両面からの取り組みが求められる。電気電子情報工学科情報工学コースの3年生後期の実験では、学生はSW・HWの両面に関わる2テーマが割り当てられ、それぞれ6週かけて取り組む。1つのテーマは、PCの周辺機器や電化製品で用いられる1チップ計算機(PIC)を用いた組み込み機器の製作である。この実験テーマも内容の高度化が求められる。

本プロジェクトは、前半で従来のPICの実験テーマが割り当たった学生が後半の6週で発展的課題に取り組む形とし、PICの実験テーマに関する実回路の製作を考え、プリント基板の設計から、部品の組み付け、さらに応用回路における動作確認という内容とした。

本プロジェクトの狙いである、実験テーマの高度化の取り組みとしては、上記の実施日程を一つのモデルプランと見なせる程度に完了でき、一定の結果を得た。しかし、多人数に適用する場合、全体指導が容易でないことも分かった。また、基板CADやはんだ付けなど、普通の授業にない内容を含むため、実験時間外での作業や練習が発生した。補助予習の取り組みが必要な点は改善すべきである。さらに、基板外注に相応の時間を要するため、スケジュール編成の難しさも残った。

本プロジェクトは実際のモノづくり体験そのものであり、座学で学ぶ知識をさらに深めるには非常によい機会であることは間違いなく、実施方法の工夫等で、今後もこの取り組みを継続して行っていきたいと考える。最後に、本プロジェクトの遂行にあたり、技術部職員の水清尚希さん、小林英一さんに多大なる協力をいただきました。謹んで御礼申し上げます。

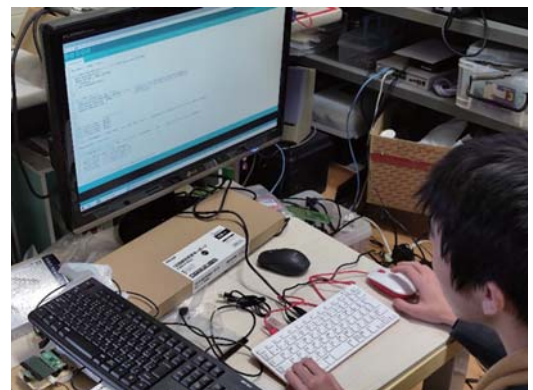
秋田 悠大、角木 恭子、西藤 心希、佐藤 文哉 (電気電子情報工学科 情報工学コース)  
東海彰吾 (情報・メディア工学講座)



## 高校生のための無線通信可能トレースロボット製作実習プログラムの開発

私たちはからくり工房I.Sys(<https://karakuri-isys.jimdofree.com>)というチームで、ロボット製作と競技会出場を行っています。毎年の大学祭ではロボットの展示や実演を行い、多くの方々から興味を持っていただいています。しかし、ロボットに興味があるものの、電子工作やプログラミングを学ぶ機会が少ないという意見も多く寄せられています。そこで、私たちは中学生にもロボットやプログラミングを楽しく学べる環境を提供することが必要だと感じ、福井大学の公開講座で実習を行うための準備を今年度行いました。

公開講座の対象は高校生ですが、将来的には中学生向けにも拡大したいと考えています。講座では「電子工作」「プログラミング」「無線通信・IoT・データ圧縮」の3つを学べます。それぞれの目的は、電子工作では具体的な技能の習得とものづくりへの興味・関心の向上、プログラミングでは論理的思考力や問題解決能力の育成、無線通信・IoT・データ圧縮では日常生活の中の技術への関心の深化と応用能力の育成です。





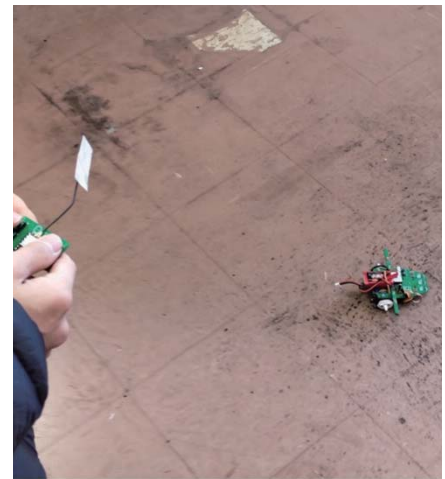
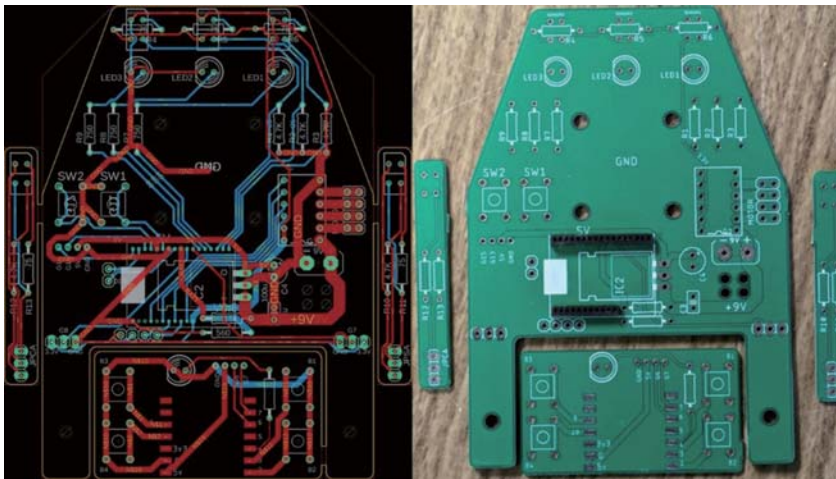
講座用のロボットは、これら3つのテーマを通じて成功体験ができるように設計されています。電子工作では基本的な電子部品とICを用い、プログラミングでは条件分岐やセンサーを用いたフィードバック制御、無線通信・IoT・データ圧縮ではセンサー情報の無線送受信とデータ圧縮が体験できます。また、創造力を働かせて自由に改造できるように、マイコンからGPIOを余分に引き出し基板上にスルーホールを配置しています。

統合開発環境としては、ESP32と互換性があり、ライブラリも豊富なArduinoIDEを採用しました。講座ではプログラミングの厳密な仕組みを理解するよりも、問題解決能力の育成を重視しています。そのため、ライブラリと関数はあらかじめ準備しておき、受講者が直感的に制御できるようにしました。また、参加者がパソコンを持ち寄らずにプログラミングできるように、Raspberry Pi 400を用いてコードの編集とコンパイルを行ってもらう予定です。

この講座で製作するロボットの規格はマイクロマウス大会ロボットレース競技のルールに準拠しており、無線操作を行わなければそのまま大会に出場できます。実際に、私たちはこのロボットで全日本マイクロマウス大会ロボットレース競技に参加し、完走することができました。

今年度は初心者でも理解しやすく、様々な興味を刺激できるように、ロボットの設計とその制御用プログラミング環境を整えました。今後は、公開講座の実施までに、実際に高校生に試験的に受講してもらい、講座の内容の調整を行います。この講座は来年度の公開講座として申請中で、申請が通ることを祈っています。これからも、私たちはロボットやプログラミングを楽しく学べる環境を提供し続けます。よろしくお願いいたします。

工学部・電気電子情報工学科・2年・からくり工房I.Sys・工房長 中原悠希



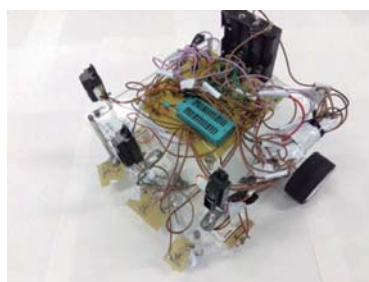
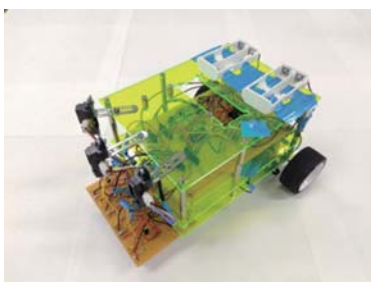
## ロボット工学創造実験I・II

福井大学の機械・システム工学科ロボティクスコースでは、学生が自律移動ロボットの設計・製作を行う「ロボット工学創造実験I・II」を実施しています。この授業は規定のタスクをクリアする自律移動ロボットを作成できた班のみが単位を認定される実践的なプロジェクトです。今年度も昨年に引き続きロボット掃除機をテーマとしました。具体的には障害物にぶつからずに卓上クリーナーを保持しながら移動し、地面にある模擬ゴミを収集することを目指しました。前期は仕様書や図面の作成、後期は切削や組立、回路作成、プログラミングを行いました。

コロナ禍により、全ての書類の提出を電子化しました。これにより紙やトナーの使用量が削減されましたが、一つ一つのチェックに時間がかかりました。しかし、指示内容はデータとして残るため、過去の指摘事項を後から見直せるメリットもありました。

今年度は、新型コロナやインフルエンザに罹患した学生がいましたが、最後まで対面での実験を行うことができました。しかし、班の数が増えたため、教員やTAがチェックする数が増大し、学生を待たせる時間が長くなりました。最終レポートでは、役割分担やコミュニケーションの重要性を力説した学生が多く、ロボットを完成させたことを喜ぶ感想も多く寄せられました。この活動を通じて、福井大学発のImagineerを育む活動に貢献していると確信しています。この授業は、学生が自律移動ロボットの設計・製作を通じて、実践的なプロジェクトを経験することで、理論だけでなく実践的なスキルも身につけることができます。また、学生たちはチームでの作業を通じて、コミュニケーションや協調性などの重要なスキルも学んでいます。このような経験は、将来のエンジニアとしてのキャリアにとって非常に価値があります。

高橋泰岳 (知能システム工学講座)



## 小規模連鎖型の保本的更新検討事業

**【事業の背景と目的】** 2024年春の北陸新幹線開業を踏まえ、福井市中心市街地では再開発事業が進行中です。一方、JR福井駅近くの新栄地区では、老朽化した小規模な木造建築が問題となっており、「小規模連鎖型での保本的更新」に向けた検討が行われています。

本事業では、新栄地区での「小規模連鎖型での保本的更新」に向け、学生が地権者やテナントへのヒアリングやアンケート調査を実施し、関係者の更新意向を把握します。また、専門家の指導のもと、東京工業大学真野研究室の学生と共に建物更新の検討街区における実測調査を行い、今後の実践的展開を図ることを目的としています。

**【主な活動内容】** 本事業では、福井市新栄地区を対象に、以下の活動を行いました。

1. 物件の実測調査：福井大学と東京工業大学真野研究室の学生と教員が参加し、7物件の建物の平立面図の実測と野帳作成を行いました。
2. 地権者やテナントへのヒアリング調査：地権者41名、テナント38名にヒアリング調査とアンケート調査を実施し、物件入手経緯や出店経緯、今後の意向、地区全体に関する意見等を把握し、分析を行いました。

これらの活動を通じて、新栄地区の再生に向けた一歩を踏み出し、地区全体としての改善を図ることができました。これからも、地権者、テナント、自治体等の関係者と協力しながら、地区全体としての改善を図り、まちづくりプロセスの把握を行っていきます。これらの活動は、地区の再生に向けた一歩となることを期待しています。

また、福井市内で先進事例に取り組む建築士の高岡勇治氏と高野麻実氏による事例紹介や見学、意見交換会を実施しました。さらに、福井県若狭町熊川宿周辺で、分散型宿泊施設の運営や地域資源を活かした循環型の地域活動に取り組んでいる株式会社デキタの時岡壮太氏から事業の説明・意見交換と、現地見学の案内をして頂きました。これらの活動を通じて、地域活動の新たな視点を得ることができました。これらの経験は、今後の地区改善に大いに役立つと考えています。

原田陽子(工学研究科 安全社会基盤工学専攻・准教授)

参加学生の所属と人数：4年生5名(工学部建築・都市環境工学科)、M1年3名、M2年2名(安全社会基盤工学専攻 建築土木環境工学コース)



## 機械学習の導入と改善に基づくスチールブリッジコンペティション設計と実践

福井大学の「スチールブリッジプロジェクト」は、日本スチールブリッジコンペティション(JSBC)に参加するためのプロジェクトである。JSBCは、大学や高専の学生が自ら設計・製作した全長4mの鋼製橋梁のパフォーマンスを競うコンペティションで、エンジニアリングデザイン教育を通じた創造性育成、プロジェクトマネジメントの経験、鋼材加工経験を得ることを目的としている。

福井大学のプロジェクトは、2022年から機械学習を橋梁設計に取り入れ、同年の日本大会で初の総合優勝を果たし、2023年も同大会で優勝した。この成功は、機械学習の適用と効果的なプロジェクトマネジメントによるものである。





## 機械学習を援用した設計

プロジェクトでは、メンバー 1人あたり2案以上、合計24案の概略設計を作成し、その中から詳細設計に進む案を選ぶために機械学習を適用した。まず、過去3年間の大会に出場した47橋梁のスコアと特徴を分析し、それらのデータを基にランダムフォレストを用いた分類器を構築した。この分類器は、70.0%の精度で良好な橋梁を選び出すことができた。

## スケジュールマネジメント

ルールが公開されてから大会までの3か月半という限られた時間の中で、設計から製作までを行うため、効率的なスケジュールマネジメントが求められた。そのため、工程表を作成し、Googleスプレッドシートを用いたクラウド形式の日報を作成することで、作業効率の向上に努めた。

## 大会結果

JSBC2023は、北海道室蘭市の室蘭工業大学で開催され、全国から16の大学と1つの高専、合計18チームが参加した。福井大学のチームは、載荷競技と架設競技で好成績を修め、プレゼンテーションでも3位に入賞し、総合成績では2位と大きく差をつけて優勝した。

## おわりに

AIを設計案の選定に用いることで、FEM解析の労力を大幅に低減できた。今後は美観の点でAIが活用できないか模索していく所存である。本活動に深いご理解を頂いた福井大学工学部の皆様、山森様をはじめとする技術部の皆様に心より感謝申し上げます。

鈴木 啓悟



「JSBC2023 福井大学 連覇の軌跡」の記録動画は、YouTubeでご覧いただけます。

<https://youtu.be/goprjOMm6Gw>

## 「初心者でも本格的に楽器演奏を楽しめる支援システムの開発」プロジェクト

楽器演奏は、お気に入りの曲を演奏する喜びや達成感など、さまざまな魅力がありますが、演奏が上達するまでに時間がかかり、挫折してしまう初心者も多いのではないのでしょうか？そこで、本プロジェクトでは、楽器演奏を工学的にアシストすることを目的とし、今回はドラムセットの演奏支援に取り組むこととしました。

私達は、Electric Muscle Stimulation (電気的筋肉刺激、以降EMS) 技術を用いた楽器演奏の支援技術に着目しました。EMSは筋肉への電気刺激によって筋収縮を起こすものであり、主に治療や筋トレなどに用いられています。通常、運動を行う際、脳から筋肉まで運動指令が伝わることで、目的の動作が達成されます。楽器演奏の初心者は、頭の中でリズムを理解しておらず、正確なタイミングで目的の演奏動作が行えないことが多いのです。

そこで、EMSによって、演奏動作に必要な筋肉を刺激すれば、脳からの指令に頼らず直接筋収縮が誘発されます。これにより、正しいタイミングで演奏することができ、さらには、運動情報が脳に伝わることで、正しいリズムを習得するのに効果があると期待されています。

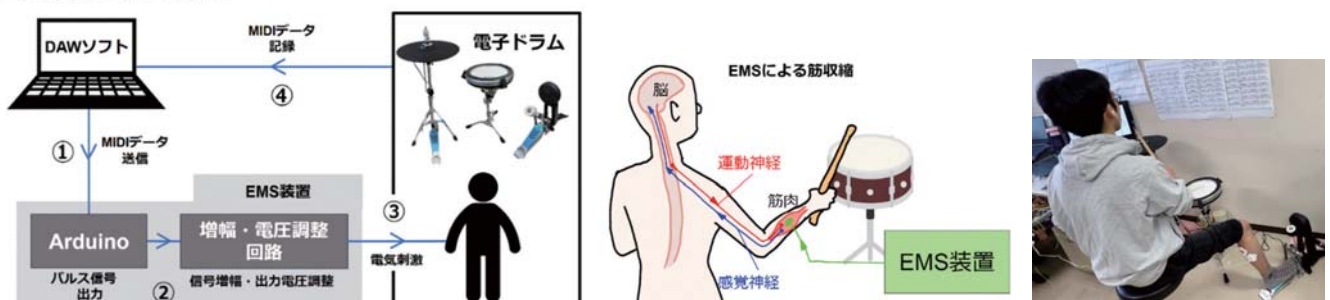
私達は、音楽制作用のDAWソフトで、MIDI音源を再生し、EMS装置にMIDIデータを送信し、ドラムパートのデータを抽出し、各打楽器に対応する演奏動作を導出し、手足の筋肉に貼付されたパッドにEMS信号を送るシステムを開発しました。

今回、実験に参加してくれた初心者の方々も、本システムを用いて、初心者には難しいとされるリズムパターンの練習にも取り組み、実際に楽曲に合わせて演奏することができました。また、複数人がそれぞれ打楽器を持ち、合奏を楽しむことができる支援システムの開発にも取り組みました。

今後、この活動は学際実験・実習IPFのメンバーに引き継がれます。音楽を楽しみたい人が集えるプロジェクトとして、一層活動を盛り上げてくれればと思います。

知能システム科学専攻 M2 多胡沙耶 (世話教員 小越康宏)

## ドラム演奏支援システム



# 精密工作部門

## 公開講座「工作機械でスターリングエンジンを作ってみよう」 初開催について

竹内技術専門職員を中心に技術部第一技術室のメンバーで令和5年8月5日(土)に小学5年生以上を対象とし、「工作機械でスターリングエンジンを作ってみよう」というテーマで公開講座を初めて開催しました。スターリングエンジンはシリンダー内部の気体を外部から加熱・冷却して運動エネルギーを得る外燃機関で、1816年スコットランドの牧師であるロバート・スターリングが発明したエンジンです。このスターリングエンジンは比較的構造が単純であり、実際に熱エネルギーが運動エネルギーに変換される仕組みを目で見て理解することが出来ます。先端科学技術育成センターの汎用工作室にて、ボール盤と旋盤を使ってスターリングエンジン部品の加工、別室にて組み立てと動作確認を行い、保護者を含めた13人にモノづくりの楽しさを体験してもらいました。



作製したスターリングエンジン

はじめに、参加者の皆さんにはボール盤で部品のネジ穴あけ、旋盤で端面旋削と貫通穴あけを行っていただきました。ほとんどの方が工作機械を使うのは初めてだったようで、最初は慎重に操作していましたが、徐々に余裕が出てきて途中からは楽しそうに作業されていました。また、当日は猛暑日でエアコンのない汎用工作室の気温は38℃を越えており、参加者とスタッフの体調管理に気を配りながら、額に汗を流しながら作業をしていました。

部品が完成した後は、別室で組み立てと動作確認を行っていただきました。スターリングエンジンは少しのエア漏れで動作しなくなるため、組み立てではスタッフが適宜アドバイスを行いました。組み立てが完了したら、ホットプレート(90℃設定)の上に乗せ動作確認を行いました。しかし、初回の組み立てでスムーズに回るものは少なく、スタッフと一緒にどこを修正すればよいかを考えて、再度組み立てを行い、無事全員が回るようになりました。尚、完成したスターリングエンジンは、そのままお持ち帰りいただけます。

開催時期が猛暑日、組み立ての難易度が高いといった課題があり、参加者に満足頂けたか不安でしたが、アンケート結果では、「大変満足」といった評価が多く、次年度も課題を改善し、継続して公開講座を開催しようと思います。



ボール盤での加工の様子



旋盤での加工の様子



組み立ての様子

先端科学技術育成センター 山森英智(工学部技術部)

### 編集室の窓

今年度は創成教育の報告書が倍増し6件になりました。これはこれでいいことなのですが、皆さん力を入れた報告書を書いていただいているので、長いのです。今年度は文章を半分ぐらいの長さに縮めさせていただきました。以前は私が読んで理解してどこを割愛するか決めていたのですが、今回は生成AIに文書と文字数を指定して縮めてもらいました。ですのでこんなふうにとまとめるんやといったところもありますが、これはこれで悪くないかと思いつまにしているところも沢山あります。また、表紙からの特集3PはフォーミュラカーPをお願いして書いてもらいました。ここもカーボンニュートラル時代のEVカーが話題になっています。新しい時代の風を感じていただければと思います。

編集担当 光藤 誠太郎

### CIRCLE News 第25号

発行日 令和6年3月31日

発行者 福井大学工学部先端科学技術育成センター  
センター長 飛田英孝

メール: [welcome@circle.u-fukui.ac.jp](mailto:welcome@circle.u-fukui.ac.jp)

ホームページ: <http://www.circle.u-fukui.ac.jp>

創成CIRCLEは、創造性を通じて人と社会を元気にするセンターです。そして、CIRCLE Newsは、創造性の価値に共感するCIRCLE仲間を結ぶ情報誌です。