

〔研究ノート〕

機電融合プロジェクト「電気自動車（カート）製作」進捗報告 — 第四報（CQEV ミニカート・レース九州大会2024並びに 3年度及び4年度活動内容）—

若林 大輔*, 田中 佑典*, 高木 怜*, 清水 良*

*日本文理大学工学部機械電気工学科

Progress Report on Mechanical and Electrical Fusion Project “Electric Vehicle (Kart) Production” — Fourth Report (CQEV Mini Kart Race Kyusyu Tournament 2024 and Activities in the Third and Fourth Year) —

Daisuke WAKABAYASHI*, Yusuke TANAKA*, Rei TAKAKI*, Ryo SHIMIZU*

*Department of Mechanical and Electrical Engineering, School of Engineering, Nippon Bunri University

1. はじめに

2020年4月より世界的に感染拡大した新型コロナウイルス感染症 COVID-19により、大学ではオンラインによる講義が行われた一方で、対面による活動は行えない状況が続いた。そのような状況が1年続いた中、機械電気工学科において2021年度より学科内プロジェクトとして「電気自動車（カート）製作プロジェクト」を発足させた。講義外の時間を使用し、電気自動車製作を一つの目標とし、講義で得られた知識を実際の物を使用して更に深め実践する。何より学生間及び学生と教員が共に活動する場の提供が当時としては重要な状況であったと考える。

2021年度の活動初年度は、1年生から3年生の有志学生7名と教職員2名の計9名で活動を開始した。市販の電気自動車（一号機と呼称）の組立、構造理解及び寸法計測、3DCADによる設計、モータ・インバータの組立、走行試験等を行い、またグループ内での意思疎通により学生の知識・技能・コミュニケーション力を養い、活動の定着化を図った。この間に、学生による資金獲得プレゼンテーション（NBUものづくりコンテストチャ

レンジ2021、2021年7月1日、日本文理大学内）やオープンキャンパス等のイベントに参加し、技術力だけでなく外部へ発信する力も身に付けようとする学生の態度も見られた。

2022年度の活動2年度は、新1年生及び教員の参加もあり計13名で活動を行った。一号機の知見から同様な車体（二号機）を設計し、学内の設備（切断機や旋盤、ボール盤、溶接等）を用いて学生らの手で二号機を製作した。

2023年度の活動3年度は、新1年生及び2年生の参加もあり計13名で活動を行った。人数も増えたことや興味関心の分野がそれぞれで異なったこともあり、大きく二つのグループで活動を行った。一つは、機械加工や構造に興味のあるグループで、電動キックボードの設計製作を行うことを目標とした。他方は、モータに興味のあるグループで、モータ巻線やモータ鉄心の検討を踏まえ、レース大会出場を目標とした。これらの活動進捗については既に報告済である⁽¹⁾。

また、これまでの活動は学科ブログ（<https://mechanical-electrical.nbu.ac.jp/>）や日本文理大学紀要^(2,3)で公開しており、学内のFD研修会（教育・研究改革推進事業）でも報告した。

本研究ノートでは、①3年度の活動の総括、②4年度

の活動報告を記し報告する。特に、3年度では、これまで活動を継続してきた成果としてCQ出版社が主催するCQEV ミニカート・レース九州大会に出場した。図1に大会参加者を示す。初出場であり、ここで得られた経験や知見が今後の活動にも良い刺激となった。

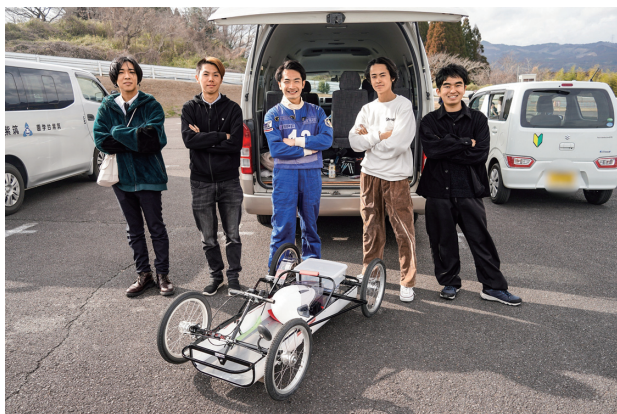


図1. CQEV ミニカート・レース九州大会参加者

2. 3年度（2023年度）活動実績

3年度では二つのグループに分かれ、それぞれ電動キックボード製作、CQEV ミニカート・レース九州大会出場を目標に活動を行った。それぞれの成果はオープンキャンパス等で大学の魅力発信の一助となった。更に、レース大会出場を目指す過程や大会において、様々な検討データの取得や比較、実際の走行、他大学の比較を学生らは行い、その成果を電気学会主催のU-21学生研究発表会で発表を行う等、活動の幅が広がっている。

2-1. 電動キックボード製作完成

機械加工や構造に興味のあるグループは、電動キックボードの設計製作を行うことを目標とし、3DCADソフトInventor2024を活用し、設計と応力解析を実施した⁽¹⁾。これをもとに学生自らがスチール角パイプ等を切断、溶接しフレームを製作した。インホイールモータの動作確認を行った後に、バッテリーと共に取付け、電動キックボードは完成した。図2に3Dモデルと学内で試走の様子を示す。成人男性一人を乗せ約30km/hの速度が出ることを確認した。今後の課題として、乗り心地や加減速のしやすさ、緊急時の停止を行える要素を加えることである。将来的には公道でも走行できることを目指して、引き続き電動キックボードの改良を行う予定である。

2-2. CQEV ミニカート・レース九州大会

モータに興味のあるグループはCQ出版社が主催するCQEV ミニカート・レース九州大会出場を目指し、本プロジェクトで活用してきたCQEV ミニカートにおいてモータの巻き数や鉄心材料の検討を重ねてきた⁽¹⁾。本大会は2024年2月15日、大分県竹田市にあるサーキット場SPA直入で開催された⁽⁴⁾。図3にSPA直入のコース概要を示す。大会では競技時間30分での周回数を競う。第一に、30分間の走行が可能かが不安材料であったため、図4に示す学内において満充電からの耐久走行試験を行った。この検討から、大会でのカート条件を決定し当日に挑んだ。



図2. 設計及び製作した電動キックボード

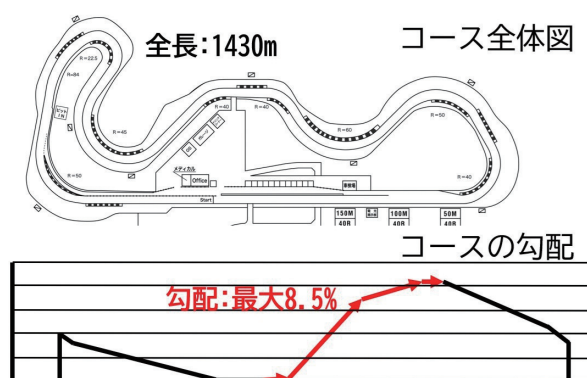


図3. SPA 直入のコース概要



図4. 学内の直線コース



図5. 学内での走行試験の様子

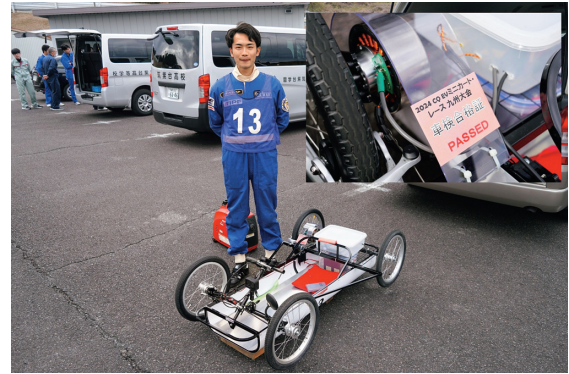


図6. 大会レーサと車両（車検合格）

大会当日は晴天に恵まれ、5校13チームが出場した。大会事務局での車検（車体状態、ドライバーの軽量）を受けた後（図6）、テスト走行を行った。初めてコースを試走するため、コースの路面状態や走行場所を確認しつつ、勾配のある個所を登れるかが鬼門であったが、その点は問題なかった。

レース本番を迎え、13チームの車体が一斉に走り出した（図7）。一旦走り出したら、途中で走行を止めることができない。各チームはトランシーバ等でドライバーとスタッフがレース状況を伝えあっており、この点は初出場であったため次回で活かしたい点であった。

図8はコースの坂道部分を示し、最も速度が出る箇所であった。モータ駆動をせずとも約35km/hの速度がでており、コースの約半分はモータ駆動が不要な状態であった。図9はその後の坂道部分を示す。約8km/hの速度で登れるが、この部分で各チームの勝敗が分かっている状況であった。

30分走行し試合が終わり、その結果を表1に示す⁽⁴⁾。1位のチームは9周、本プロジェクトチームは7周で8位であった。各団体で複数チーム出場しているのが特徴で、1位の団体でも最下位となるチームがあるため、実際のレース環境にも影響を受けている可能性がある。一方で、複数のチームがあることから、チーム間の競争が生まれ高めあえるのではないかと思う。図10に大会参加者全員の写真を示す。大会終了後は、各団体の学生間でコミュニケーションが生まれ特に上位チームの車体情報を調査しようとする態度が見て取れた。これをもとに次回大会に向けた活動が再スタートする。

2023年度においてはNBUものづくりコンテストチャレンジ2023に申請し、その結果、活動資金を受けた。大会後、報告会を実施した。その時の発表資料を図12に示す。学生視点で大会を総括しており、大会で得られた情報を整理し、来年度の活動に繋げた資料となっている。



図7. レース開始



図8. 下坂（最高速度時）



図9. 登坂（モータ高出力時）



図10. 大会参加者全員



(a) スライド1 (表紙)



図11. NBU ものづくりコンテスト2023報告会

目次

1. 大会概要
2. レース概要
3. 大会までのスケジュール
4. 大会結果
5. 上位入賞者のカートとの相違点
6. 次回の戦略
7. 購入部品
8. まとめ

(b) スライド2 (目次)

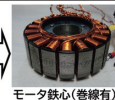
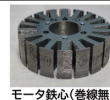
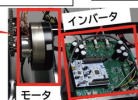
表1. 大会結果

順位	チーム名	周回数
1	久留米工業大学 KITE V01	9
2	福岡工業大学 チーム D	8
3	日本工業大学 上野研 2	8
4	福岡工業大学 チーム B	8
5	筑紫台高校 R30-1	8
6	福岡工業大学 チーム Z	7
7	久留米工業大学 KITE V03	7
8	日本文理大学 電気自動車プロジェクト	7
9	福岡工業大学 チーム C	7
10	筑紫台高校 R30	6
11	日本工業大学 上野研 1	6
12	福岡工業大学 チーム A	6
13	久留米工業大学 KITE V02	4

1. 大会概要

主催・協力	CQ出版社(株)・福岡工業大学等
開催日	2024年2月15日(木)
参加費	ドライバ 学生参加 10,000円
入場料	無料
参加車両	・CQ EV ミニカート ・CQ プラシレスモータ ただし、インバータ改造可、 車体の改造不可、 カウル装着不可
電力源	12V出力、鉛蓄電池2個、 1個あたり3000gまで
参加資格	15歳以上

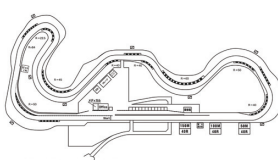
参加車両の制約		可否
車体 カート	本体	×
	タイヤ	○
	キャンパー角(前輪)	○
	トー(前輪)	○
	キャスト角(前輪)	○
プラシ レス モータ	鉄心の大きさ	×
	鉄心の板厚(板一枚当たり)	○
	コイル巻数	○
	コイル太さ	○
	コイル巻き方	○
基板	インバータ改造	○



(c) スライド3 (大会概要)

2. レース概要

大会会場：SPA直入(大分県竹田市直入町)

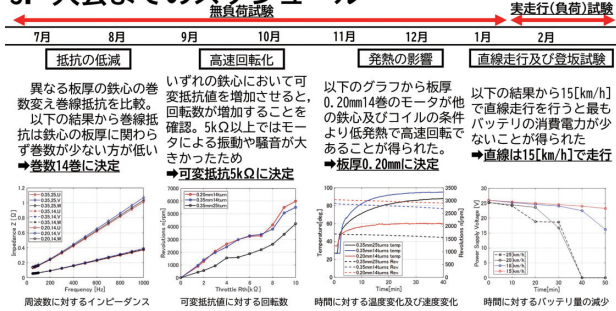
URL: <https://autopolis.jp/csa/facility/course-maz/>URL: <https://www.youtube.com/watch?v=mr8ic0M1N>

全長距離	1,430m(反時計回り)	幅員	10~11m
高低差	21.2m	勾配	最大8.5%
コーナー数	9		

URL: <https://interface.com.co.jp/240215sp/>

(d) スライド4 (レース概要)

3. 大会までのスケジュール



(e) スライド5 (大会までのスケジュール)

5. 上位入賞者のカートとの相違点

	2位のカート	NBUカート
モータ	鉄心板厚	0.2mm
	コイル巻数	20
	コイル直径	1mm
	巻き方	3直2並
インバータ	ギア比	キット2
	可変抵抗 (Duty比)	最大50%

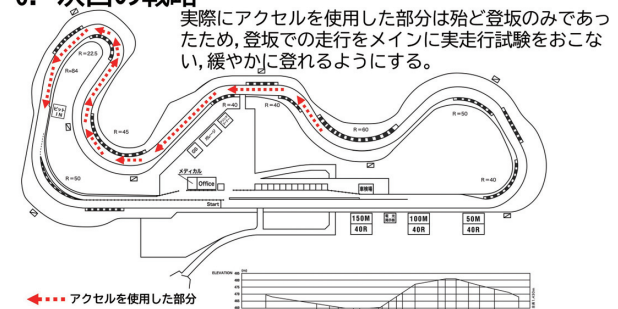
(i) スライド8 (上位入賞者のカートとの相違点)



(f) スライド6 (レース中の様子)



6. 次回の戦略



(j) スライド9 (次回の戦略)



(g) スライド6(レース中の様子)



7. 購入部品

予算内			予算：57000円 予算外		
商品名	個数	値段	合計	商品名	個数
参加費	-	¥10,000	¥10,000	タイヤ・チューブセット	4
鉛蓄電池	4	¥3,990	¥15,960	スプロケット 14T	1
鉛蓄電池	4	¥3,048	¥12,192	スプロケット 13T	1
タイヤ・チューブ二本セット	4	¥1,690	¥6,760	スプロケット 70T	1
マイコン	3	¥1,670	¥5,010	チェーン 76コマ	1
空気入れ	1	¥2,980	¥2,980	配送料	
自転車ホーン	1	¥2,418	¥2,418	総計	
総計			¥55,320		¥28,669

※通常走行時に使用した消耗品

※コースの坂道を登るため
使用 (想定外)

(k) スライド10 (購入部品)

4. 大会結果

順位	チーム名	勝敗を分ける点
1	久留米工業大学 KITE Vo1	①30分間走行できるか(電力をうまく使えるか) 無負荷・実走行試験繰り返し行ったことで大会にて30分間走行できたためOK (3チームが完走できなかった)
2	福岡工業大学 チームD	
3	日本工業大学 上野研究室2	
4	福岡工業大学 チームB	②坂をどれだけ速く(緩やかに)登れるか 1位のカートは11km/hで登っていたのに対してNBUカートは7~8km/hで登った。 →これからの課題！ より速く登坂を登るため高トルク且つ、高速回転化
5	筑紫台高校 R30-1	
6	福岡工業大学 チームZ	
7	久留米工業大学 KITE Vo3	
8	日本文理大学 電気自動車プロジェクト	
9	福岡工業大学 チームC	
10	筑紫台高校 R30	
11	日本工業大学 上野研究室1	
12	福岡工業大学 チームA	
13	久留米工業大学 KITE Vo2	

(h) スライド7 (大会結果)

8. まとめ

目標① ・30分完走すること ・登坂を登りきること ⇒果たすことができた！	目標② ・優勝すること ⇒結果は8位..... 更に検討を重ね来年必ず優勝
主な検討内容 ●Arduinoにてバッテリーの電圧及び電流の計測ができるロガーを作成し、電力量を予測できるようにする。 ●坂道を速く緩やかに登れるよう高トルク・高速回転化を図る。 例：可変抵抗にてduty比を可変。スプロケットの選択。 ●前輪のホイールアライメントの最適化を行う。	
多くの方々の応援を頂き活動を行うことができました。 今後とも応援宜しくお願い致します。	

(i) スライド11 (まとめ)

2-3. 電気学会 U-21学生研究発表会

CQEV ミニカート・レース九州大会2024に出場したチームは、大会出場に向けた検討及び大会結果を踏まえ、電気学会が主催する U-21学生研究発表会にもチャレンジを行った。U-21学生研究発表会とは21歳以下の中学生から大学生が正課若しくは正課外の取組において得られた電気分野に関する成果をまとめ発表する会である⁽⁵⁾。卒業研究は認められていないが、研究室の設備を使った実験も成果物として認められている。令和5年度は2024年3月9日にオンラインで実施され、73件の発表、180名の参加があった。口頭ライブの部とオリジナル動画発表の部を選択でき、前者を選択した。いずれも発表時間7分、討論6分である。審査項目は①発表（説明の仕方・声量・態度・熱意・主体性）、②質疑（質疑応答の様子）、③発表資料（アピール力）、④発表内容（根拠を持って論理的に説明できているか）、⑤意欲・挑戦的な研究（社会に好影響を与えられるか）である。

発表当日は、大学内の研究室でオンラインにて発表、聴講を行った（図13）。学会での研究発表とは違い、電気分野の身近な疑問や調査した結果等、学生・生徒視点の自由な発想の発表が多くあった。講義での取組を発信する場として今後も積極的に活用したいと感じた。

発表の結果、教員による審査と聴講学生らのレビューがフィードバックされる。表2にレビューコメントを記す。モータの基本特性の測定から、車体走行での試験、レース大会出場と、理論、実験、実践と1年以上かけてきた内容の総まとめの発表であったため、その点を踏まえたコメントが多く見られた。また、審査において評価されると、佳作（後述の受賞以外の発表者全員）、奨励賞（14件）、探究賞（3件）、優秀賞（9件）、最優秀賞（1件）に選ばれる。審査の結果、初出場した当グループは「優秀賞」に選ばれた（図14）。

図15に発表資料を示す。学生研究会用に実験主体のス

ライドに再構築し、モータ評価とレース大会出場に向けた繋がりのある資料となっている。

表2. レビューコメント

実際に鉄心作ってモータを動かし、レースに出ているところがいいと思った。
今後の展望や起きたことの理由の模索をしているのがよかったです。実際の2位のものを参考にするというのがかいにも観察、実験、強化といった感じがしました。スライドの情報量が多かったですが、説明で理解できました。
順位の高いチームのカートとの比較が面白かった
それぞれのデータをネット上から拾って検討するのではなく、しっかりデータをとって検討しているところがよかった。
私の研究内容の発展形のように素晴らしいものでした
かなり手の込んで面白いなと思った。
電気自動車が注目されている中でモーターの低損失化は大変重要なトピックになっていると感じます。コイルの巻き数や伸の厚みなどは一番安定しているのが良いということがわかり、原動機でも同じようなことが言えると思うため大変興味深くて良かったと思います。
難しい内容だったが、画像や文、口頭での説明でわかりやすくて行っていたので、良かったと感じました。
スライド資料のクオリティが高く、とても見やすかった。
テーマの規模の大きさと完成度の高さに驚いた。
スライドの内容に補足する形で説明が分かりやすかった。



図13. 電気学会 U-21学生研究発表会の様子



図14. 電気学会 U-21学生研究発表会で優秀賞受賞

5. まとめと今後の展望

以下の3つの検討によりBLDCモータの低損失・高速回転化に向けた鉄心の板厚及びコイルの巻数のチューニングを行った。

- ・検討①：コイルの巻数20巻に決定
- ・検討②：板厚0.20mmの鉄心に決定
- ・検討③：走行速度を15km/hに決定

3つの検討は平面路での長時間走行に適する

レース会場は坂道が多く平面が少なくあまり適しない
坂道試験をメインに検討すべき

今後の展望

坂道試験を通して可変抵抗器・コイルの巻数の再検討

NBU 日本文理大学 4-4-2 BLDC モータの低損失・高速回転化に向けた・・・ 飯川晋作 米良弘樹 (7/7)

(i) スライド9 (まとめ)

図15. 電気学会 U-21学生研究発表会の発表資料

3. 4年度(2024年度)活動進捗状況

本プロジェクトの立ち上げから4年目にあたる2024年度では、新たに1年生と2年生を迎え、4年生2名、3年生1名、2年生4名、1年生1名、教員4名の計12名で活動を行っている。図16は1～3年生の参加メンバを示す。今年度は電動キックボードの改良を行いつつ、主眼としてCQEVミニカート・レース九州大会優勝を目標に設定した。九州大会出場を果たしたため、次の目標は九州大会優勝、その次は筑波大会出場とステップを意識した目標設定を行っている。

昨年度の経験から、坂道での速度向上が課題であり、学内の坂道にて試験走行を繰り返し行い、次回大会に向けた活動を進めている(図17)。優勝を目指すため、更なる車体整備、モータ・インバータ(モータ駆動回路)の見直しが必要であるため、活動資金獲得のためNBUものづくりコンテストチャレンジに今年も挑戦した。更に日々の活動実績をオープンキャンパスや子供イベントを通じて発信する機会を得た。

3-1. NBU ものづくりコンテストチャレンジ2024

図18にNBUものづくりコンテストチャレンジ2024審査会の様子を示す。2024年6月18日に本学で開催され、計8の課外活動団体が応募しプレゼンテーションを行った。参加の意義/目標は明確か、構想や計画は挑戦的か、スケジュールは妥当か、経費予測は妥当か、プレゼンテーション能力、説明資料の品質の各評価項目に従い審査される。当グループは、昨年度の活動実績をもとに明確な目標設定、課題設定、スケジュール、必要予算等をプレゼンし、その結果、応募チームの中で最も高評価を得て、希望する助成金を満額獲得することができた。

3-2. オープンキャンパス活動

本プロジェクトの成果を広く知ってもらう場として、オープンキャンパスは重要である。機械電気工学科では学生による活動紹介を積極的に行っており、図19に示すように、本プロジェクトの学生メンバによるプレゼンテーション(意義や活動実績の紹介)や実際に走行するデモンストレーションを行っている。オープンキャンパスに参加する高校生らは説明する学生の話真剣に聞く様子が大変印象に残っている。

3-3. お仕事発見ランド(電気のお仕事)

本プロジェクトの地域貢献の一場面を紹介する。

2024年8月17日、大分県別府市にある別府市社会福祉会館にて「一別府市制100周年記念事業ー小学生のお仕事発見ランドin別府」が開催され、若林研究室を主体とするメンバで「電気のお仕事」と題し、小学生と共にモータの製作を行った。この中で、モータがどのように活用されているのかを分かりやすく小学生に伝えるため、本プロジェクトのメンバも参加し、車体を活用した説明とデモンストレーションでイベントを盛り上げた(図20)。また2024年10月19日と20日の両日で行われた日本文理大学学祭(第57回一木祭)でも「NBU まるごと体感スタジアムーお仕事発見ランド」内で「電気のお仕事ー電気モータを作って、乗り物のしくみを知ろう!」でも同様な内容を実施した(図21)。

以上のように、学生主体の本プロジェクトでは、学生らが目標を立て活動し、その資金を自ら獲得する活動に成長している。更に、学生自身のための活動に留まらず、オープンキャンパスへの貢献、地域の子供たちに対して理科教育発展や興味関心を抱いてもらう活動への貢献も加わり、価値のあるプロジェクトへ変貌しようとしている。



図16. 活動メンバ (2025年3月7日撮影)



図17. 坂道走行試験の様子



図21. お仕事発見ランド（第57回一木祭）



図18. NBU ものづくりコンテストチャレンジ2024審査会の様子



図19. オープンキャンパスの様子



図20. お仕事発見ランド（別府市制100周年）

4. おわりに

4年目を終えようとしている本プロジェクトにおいて、初年度から参加してくれた1年生が今では4年生となり主な活動からは引退したが、その次の学生がプロジェクトリーダーとしてグループをまとめている。CQEV ミニカート・レース九州大会の出場を契機に本プロジェクトの活動において様々な成果が目に見える形として表れつつあり、何をしたら良いか分からないが何か真剣に取り組みたいと思う学生が声をかけてくれ、2年生でも参加する学生が増えている。

次号では、2025年3月頃に開催予定のCQEV ミニカート・レース九州大会2025に向けた具体的な検討内容及び大会結果について報告する予定である。

謝辞

本プロジェクトに参加し推進してくれた機械電気工学科の飯川晋作君、伊藤海君、米良弘樹君、出田龍世君、蝦名慶大君、大口恭生君、渡邊良太君、Huang KAIZHE 君に感謝の意を表します。

図12と図15の資料を提供してくれた機械電気工学科の飯川晋作君と米良弘樹君に感謝の意を表します。

図20のお仕事発見ランド（別府市制100周年）に貢献してくれた機械電気工学科の飯川晋作君、金敏佑君、高司洸希君、庄山颯音君、米良弘樹君に感謝の意を表します。

図21のお仕事発見ランド（第57回一木祭）に貢献してくれた機械電気工学科若林研究室の飯川晋作君、金敏佑君、佐藤真嘉君、庄山颯音君、米良弘樹君、Yang JIAXING 君に感謝の意を表します。

また本プロジェクトの一部は令和5年度日本文理大学「教育・研究改革推進事業（教育研究改革予算）」の支

援により実施された。

また本プロジェクトの一部はNBU ものづくりコンテストチャレンジ2023及び2024の支援により実施された。

本プロジェクトを推進するにあたり支援して頂いた全ての関係者に感謝申し上げます。

参考文献

- (1) 飯川晋作, 米良弘樹, 伊藤海, 山崎壱織, 渡邊良太, 清水良, 高木怜, 田中佑典, 若林大輔, 機電融合プロジェクト「電気自動車(カート)製作」進捗報告～第三報(3年度活動内容)～, 日本文理大学紀要, Vol. 52, No. 1, pp. 43-48, 2024
- (2) 若林大輔, 田中佑典, 機電融合プロジェクト「電

気自動車(カート)製作」進捗報告～第一報(初年度活動内容)～, 日本文理大学紀要, Vol. 50, No. 1, pp. 53-59, 2022

- (3) 飯川晋作, 田村優汰, 原田恒迪, 豊東侑樹他, 機電融合プロジェクト「電気自動車(カート)製作」進捗報告～第二報(2年度活動内容)～, 日本文理大学紀要, Vol. 51, No. 1, pp. 63-71, 2023
- (4) EV ミニカート・レース九州大会2024結果報告, URL: <https://interface.cqpub.co.jp/ev2024k/>, 最終閲覧日: 2024年11月11日
- (5) 電気学会 U-21学生研究発表会, URL: <https://www.iee.jp/u-21-2024/>, 最終閲覧日: 2024年11月11日

(2024年11月11日受理)