

2024 年度クリエイティブプロジェクト ミッション成果報告書集

目次

はじめに	学生自主創造支援部門長 井嶋 博	1
2024 年度プロジェクト報告 (基金特別枠ミッション)	西村 竜一	3
和歌山大学ソーラーカープロジェクト Bridgestone World Soar Challenge 2025 での完走&Top10 入りを目的とした新車体の製作		7
(通常課題ミッション・重点課題ミッション・スタートアップ)		
和歌山大学ソーラーカープロジェクト ジェネレーティブデザインを使用した部品の軽量化		13
太陽電池の気象条件への依存に関する研究		19
安全かつ分かりやすい作業環境の構築		25
クリエイティブ制作プロジェクト 和歌山に実際に来て歩きたくなるスマホアプリ		31
和歌山大学宇宙開発プロジェクト (WSP) 和歌山県における宇宙人材育成プロジェクト		37
脳情報総合研究プロジェクト 脳波と AI による言語学習支援		45
ロボットプロジェクト 多脚ロボットの構造及び制御の基礎学習		51
筋電位センサーによるモーターの制御		57
天体継続観測プロジェクト 天体観測から考える地域発展		63
IT ものづくりプロジェクト「AppLii」 混雑度提供アプリ対応施設の拡大と予測モデルの構築		69
きのくに電鉄プロジェクト 5 インチゲージ車両の車体設計および製作		75
5 インチゲージ台車の制作および制御システムの開発		81
交通たび企画「めーぷる」 ローカル線で貸切列車運行ミッション		87

はじめに

和歌山大学学生自主創造支援部門「クリエ」は、自主的創造的科学的活動の促進を目的として全国に先駆けて2001年に和歌山大学に設置され、学生自身が課題を立て、目的を設定し活動するといった学生の主体的な学習を支援しています。2024年も教員の指導を受けながら、多くの優れた成果をあげており、この報告書にそれらの一部をまとめています。学生たちが熱心に活動する様子がよく現れていますので、どうぞご覧下さい。

和歌山大学「クリエ」はこれまで、学生の自主性と自由な発想を尊重した新しい教育を継続して取り組んできました。

近年日本の教育は、「知識伝達型」から主体性を育む「アクティブラーニング型」に重きを置き、その方法を取り入れるようになってきました。また、令和3年中央教育審議会答申「『令和の日本型学校教育』の構築を目指して」では、幼稚園から高等学校までの学びの中で、自分の学習状況を把握し主体的に学習を調整する「主体的な学び」、探究的な学習や体験を通じて多様な他者と協働し、社会の創り手となるための「協働的な学び」を実現する教育を充実させる方針が示されています。これまで「クリエ」が大学入学後に取り組んできた教育が、高等学校までに涵養される土壌ができつつあります。「クリエ」に関わる大学生は年々増加し、2024年度末時点では24の学生プロジェクトで、のべ450名以上が活動しています。これは、上記のような主体的に学ぶ力を持った大学生が増加していることが一因とも言えます。

一方、日本では現在、働き方の変革が進んでいます。業務内容を限定せず終身雇用を基本とする「メンバーシップ型雇用」から専門的なスキルや経験を持つ人材を雇用する「ジョブ型雇用」を取り入れる企業が増加しつつあります。このような社会で生きていくうえで支えとなるものは、身に付けた知識・技能はもちろんのこと、様々な活動を通して得た成功体験であり、それを糧にした挑戦的指向、また困難を乗り越えていく力であると考えています。また、一人ひとりが社会の構成メンバーであることを自覚し、社会課題に向き合い、自分の存在意義を明確にしなが、社会的な変化を乗り越えることができる力です。和歌山大学「クリエ」は、発足時に掲げた目的である、学生の自主性と自由な発想を尊重した活動支援に加えて、新たな社会に自信をもって向かう力を養成できる全学組織として、各学部・学環の教育に伴走できる活動を進めてまいります。

最後に、クリエ並びに学生プロジェクトへご寄付を下さった皆様、アドバイザーボードの皆様、クリエサポーターの皆様、その他ご支援下さった皆様には、日頃からクリエの企画・運営・また学生の指導等にお力添えをいただき、感謝申し上げます。今後とも引き続きご支援、御協力を賜りますようお願い申し上げます。

和歌山大学学生自主創造支援部門(クリエ)

部門長 井嶋博 (教育学部)

2024 年度クリエプロジェクト報告

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ）

クリエプロジェクト担当教員 西村 竜一

平素より、和歌山大学 学生自主創造支援部門（クリエ）の教育プログラム「クリエプロジェクト」に格別のご理解とご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。

「クリエプロジェクト」は、PBL（プロジェクト型・課題解決型学習）を通じて、学生が主体的かつ深く学ぶことを目的とした教育プログラムです。学生と教員が共に活動することで相互理解を深め、学内外と連携・協働しながら、多様な課題に取り組んでおります。学生は、自由な発想と科学的創造力を活かし、課題解決に日々挑戦しています。

2024 年度には、全 24 の学生プロジェクトが活動を展開し、その中でも特に意欲的な 14 件の課題が「ミッション」として採択されました。本報告書集では、それら 14 件の成果をご紹介します。「ミッション」では、学生が自ら提案した課題に対し、書類およびプレゼンテーションによる審査を実施し、活動資金等の支援を行っております。ご高覧のうえ、忌憚のないご意見・ご感想を賜れますと幸甚に存じます。

2025 年 3 月 10 日（月）には、2024 年度「ミッション成果発表会」を開催いたしました。新たな試みとして「企業交流会・展示会」も併催し、株式会社タカショーデジテック様、デュプロ精工株式会社様、ノーリツプレジジョン株式会社様、株式会社 Link-U Technologies 様にご参加いただきました。各社には製品・サービス・技術等をご紹介いただき、学生プロジェクトの成果と併せて展示することで、学生やご来場の皆様との活発な情報交換が行われ、新たな連携の可能性が広がる有意義な場となりました。

さらに、株式会社タカショーデジテック 代表取締役社長 古澤良祐様をお迎えし、「光の演出で人の心を彩る ～モノ・コトづくりの活動における人や社会の巻き込み力～」と題したご講演を賜りました。学生一同、貴重なご示唆に大いに刺激を受け、学びを深める貴重な機会となりました。

当日の様子は、右記の QR コードよりアクセスいただける和歌山大学公式 YouTube チャンネルにて動画を公開しておりますので、お時間のある際にご覧いただけますと幸いです。



併せて、「ミッション」には該当しない活動についても以下にご紹介申し上げます。

「新クリエ映像制作プロジェクト！ -Filmage-」では、国道 42 号有田海南道路の未供用トンネルを活用し、ミュージックビデオの撮影を実施いたしました。この取り組みは、国土交通省近畿地方整備局和歌山河川国道事務所様のご協力により実現したもので、現在、多くの方々に完成した動画をご視聴いただいております。

「クリエデザインプロジェクト」がデザイン協力を行った、和歌山大学と駿河屋のこ

ラボレーション和菓子が、2025年3月22日より和歌山大学生協にて販売されております。ご来学の際には、ぜひお手に取っていただければと存じます。

「クリエゲーム制作プロジェクト（CGP）」では、和歌山県庁やIT関連企業の皆様と連携し、デジタルクリエイティブ人材の拠点形成に向けた取り組みを開始しております。

私たちは今、「巻き込み力」こそが、クリエにとって極めて重要なキーワードであると考えております。人材不足が深刻化する現代社会において、皆さまと共に築き上げるコミュニティを基盤とした人材育成の重要性はますます高まっています。社会を巻き込み、また巻き込まれながら、人材育成を着実に進めてまいりたいと存じます。

今後とも、教職員一丸となって人材育成に尽力してまいります。引き続きのご支援とご指導を賜りますよう、何卒よろしくお願い申し上げます。

【2024年度クリエプロジェクト一覧】

- 和歌山大学ソーラーカープロジェクト
- クリエゲーム制作プロジェクト
- Wakayama ASEAN Project (WAP)
- クリエデザインプロジェクト
- 情報セキュリティ研究開発プロジェクト「SecLab」
- 世界農業遺産交流プロジェクト「ひなたぼっと」
- ロボットプロジェクト
- 新クリエ映像制作プロジェクト！－Filmage－
- 脳情報総合研究プロジェクト
- 和歌山大学宇宙開発プロジェクト（W S P）
- MITILAB EdTech プロジェクト
- 服&本の交換プロジェクト「GREEN CLOSET」
- きのくに電鉄プロジェクト
- 観光自主研究プロジェクト
- 郷土料理研究プロジェクト ろかるーむ
- 良い旅プロジェクト Bon Voyage
- 高野山観光推進プロジェクト「ばあむ。」
- 天体継続観測プロジェクト
- ITものづくりプロジェクト「AppLii」
- 鳥人間プロジェクト「ワカヤマン！」
- データ分析プロジェクト“Hello, World!”
- 交通たび企画「めーぶる」
- ねこの手レンタルカフェプロジェクト
- NC 機械製作プロジェクト

クリエからご支援のお願い

平素より、和歌山大学 学生自主創造支援部門（クリエ）の教育・研究活動に対し、格別のご支援を賜り、心より御礼申し上げます。

これまで「クリエ」では、多くの企業・団体・個人の皆様から温かいご寄付を頂戴し、教育プログラム「クリエプロジェクト」をはじめとする人材育成活動に有効に活用させていただいております。皆様からのご厚意に、深く感謝申し上げますとともに、そのご期待にお応えできるよう、魅力的な人材の育成に引き続き全力で取り組んでまいり所存です。一方で、国からの補助金等に過度に依存することなく、教育・研究活動の質を維持・向上させていくためには、安定した独自財源の確保が不可欠となっております。つきましては、クリエの取り組みにご賛同いただき、ご寄付をご検討いただける場合には、誠に恐縮ではございますが、下記 **<お問い合わせ先>** までご一報いただけますと幸いです。担当者より改めて詳細をご案内申し上げます。

また、クリエではご寄付によるご支援のほか、「クリエサポーター」として、皆様がお持ちの専門的な技能や知識を学生指導にご活用いただく制度も設けております。学生の学びを支える多様な関わり方として、多くの皆様にご参画いただけることを願っております。制度の詳細につきましても、お気軽にお問い合わせください。

皆様とのご縁を大切にしながら、より良い人材の育成に努めてまいります。引き続き、温かいご支援・ご協力を賜りますよう、何卒よろしくごお願い申し上げます。

<お問い合わせ先>

和歌山大学 学生自主創造支援部門（クリエ）

〒640-8510 和歌山市栄谷 930

e-mail : creainfo@ml.wakayama-u.ac.jp

TEL : 073-457-8504 / FAX : 073-457-8502

<https://www.wakayama-u.ac.jp/crea/overview/donation.html>

『和歌山大学基金』のご案内

ご寄付に際しては、簡単な手続きでお申し込みいただける『和歌山大学基金』をご利用いただけます。クレジットカード決済や銀行口座からの振込に対応しており、手軽にお手続きいただける仕組みとなっております（1口5,000円から）。『和歌山大学基金』を通じてご寄付をいただく際には、「**特定目的支援基金**」をご選択のうえ、「**寄付用途**」等の欄に「**クリエ**」とご記入いただけますようお願い申し上げます。

なお、本学へのご寄付については、税制上の優遇措置（所得税・法人税の控除等）を受けることが可能です。詳しくは、以下のご案内をご参照ください。

<https://www.wakayama-u.ac.jp/fund/application/>

Bridgestone World Solar Challenge 2025での完走&Top10入りを目的とした新車体の製作

活動目的

私たちのプロジェクトは、「学生主体で世界と戦えるチーム」を目指し、技術の習得や持続可能な社会への貢献、産学連携を通じて和歌山から世界に挑戦している。
ソーラーカーレース鈴鹿や白浜ECO-CARチャレンジに参戦した経験を活かし、企業や卒業生と協働しながら、Bridgestone World Solar Challenge 2025での完走&Top10入りを目指している。

活動目標

最終到達目標：Bridgestone World Solar Challenge 2025での完走&Top10入り

2024年度目標：BWSC2025出場車体 約90%完成・白浜ECO-CARチャレンジ2024 クラス優勝

活動実績

◎一昨年の世界大会初出場で浮き彫りになった5つの課題を改善

①Orcaの走行消費の悪さ

表1 Orcaと新型のスペック比較

	前面投影面積A[m ²]	Cd値	CdA値[m ²]	空気抵抗[N]	車体重量[kg]	転がり抵抗[N]	全長[mm]	全幅[mm]	高さ[mm]
Orca	1.06702	0.0959	0.10233	38.53470	288	98.784	4950	1300	1214
新型	0.77763	0.1195	0.09297	35.00720	255	87.465	5565	1562	1019
変化率	-27.1%	24.7%	-9.2%	-9.2%	-11.5%	-11.5%	12.4%	20.2%	-16.1%



(a) Orca (b) 新型
図1 前方投影面積の比較



(a) Orca (b) 新型
図2 ロアカウルの比較



(a) Orca (b) 新型
図3 外観の比較

軽量化目標：33kg 4輪から3輪の変更⇒5kg削減 カウル積層方法変更⇒28kg削減
大会規則の変更で車体寸法が**1.5倍**になったが、Orcaの空気抵抗より**9.2%**改善、転がり抵抗より**11.5%**改善

②車体部品の強度計算不足

Fusion360を用いた設計・解析
応用技術株式会社様と共同研究



図4 自作部品 (775g)



図5 GD部品 (470g)

39.4%軽量化&整備性向上

③電気系統のトラブルの多発

5~8月のノリツ試走・8月末の白浜・鈴鹿試走でトラブルシューティングを実施。
白浜大会では、電気トラブルに対し、迅速に原因究明を行い、解決できた。
また、最大発電量(理論値)の95.6%の発電量を記録した。



(a) Orca



(b) 新型

図6 ハンドルの比較



(a) Orca



(b) 新型

図7 バッテリーBOXの比較

電気トラブルを事前に減らすために、ハンドルやバッテリー部分を基板化

④製作スケジュールの遅れ

2月末時点で車体製作約70%完成。
Notion・Discordを活用したスケジュール
管理の徹底やOB・OGとの連携強化。

⑤ドライバーの経験不足

白浜ECO-CARチャレンジ2024にて、白浜特別WSCクラス優勝。
101周(257km)走破&完走
BWSC2025を想定した4名のドライバーの経験を蓄積した。

将来展望

- ・車検資料の作成
- ・協賛金の獲得
- ・新車体の製作100%完了
- ・白浜旧滑走路やブリヂストンテストコース、オーストラリア現地での試走
- ・2025年8月のBWSC2025出場、車検合格、完走、Top10入り

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：Bridgestone World Solar Challenge 2025 での完走&Top10 入りを目的とした新車体の製作

ミッションメンバー：システム工学部 3 年大倉啓輔，システム工学部 3 年溝口楽仁，経済学部 3 年柿谷太郎，システム工学部 3 年松浦和貴

キーワード：BWSC ソーラーカー ものづくり 産学連携 5S

1. 背景と目的

100 年に 1 度の大変革期を迎える自動車業界におけるソーラーカーの開発は、環境問題への対応、再生可能エネルギーの利用促進、エネルギー自立、そして新しい技術や産業の創出に寄与するものだと考える。持続可能なエネルギー源を使った未来の車両技術やクリーンエネルギー社会への移行の可能性を広げるための重要なイベントとして、Bridgestone World Solar Challenge という世界最高峰のソーラーカーレースが 2 年に 1 度オーストラリアで開催されている。和歌山大学ソーラーカープロジェクトでは、“学生と企業、和歌山大学、当プロジェクト OB・OG と協働して、世界と戦えるチームにしたい”というスローガンのもと、2025 年 8 月に開催される Bridgestone World Solar Challenge 2025 (以下 BWSC25) で完走し、Top10 入りすることを目標としている。

本年度は、BWSC25 での完走・Top10 入りという目標の達成度を上げるべく、2024 年 10 月に開催された白浜 ECO-CAR チャレンジ 2024(以下白浜大会 2024)にて、

①レース経験を積むこと ②ドライバーを育成すること ③地元白浜を盛り上げること

以上 3 点を目的として、白浜大会 2022 では成し遂げられなかった完走を必達目標とし、クラス優勝・総合優勝を目指した。さらに、BWSC25 の車両規則に適合した新車体の設計完了、及び約 90% 製作完了を目標として活動した。

2. 活動内容

2.1 活動概要

当プロジェクトでは、2023 年 10 月開催された Bridgestone World Solar Challenge 2023 (以下 BWSC23) に新車体”Orca”で完走を目標に初出場を果たしたが、987km 地点まで走行しリタイアした。完走できなかった要因としては、以下の 5 点があげられる。

①Orca の走行消費の悪さ ②車体パーツの強度計算不足 ③電気系統のトラブルの多発
④製作スケジュールの遅れ ⑤ソーラーカードライバーの経験不足

以上の 5 点の課題を解決することが BWSC25 に向けた活動となる。また、2024 年 5 月 7 日に、BWSC23 のレギュレーションからの大きな変更点(以下 3 点)が発表された。

(a)大会開催期間が 10 月から 8 月へ変更 (b)パネル面積が 4m²から 6m²へ変更
(c)バッテリー最大貯蔵エネルギーを 11MJ に制限

以上の変更を受け、目標を達成できる車体を製作するにあたって、Orca を改修するとなると車体を 1.5 倍拡張しなければならず、Orca の再利用できる部品はかなり少なくなる。よって新たな車体の設計・製作を行う必要がでてきた。また、Orca は②③⑤の課題解決のための実験機として有効活用してきた。

2.2 Orca の走行消費の悪さ

“Orca の走行消費が悪い”という課題を解決するにあたって、新車体ではエネルギーマネジメント

の改良や空気抵抗と転がり抵抗の削減に注力した。レース期間は8月25日から30日の6日間で、約3022kmの道のりの内、11ヶ所のコントロールストップを時間内に到達する必要がある。以上の条件を満たし、完走できるターゲット速度を決めた。ターゲット速度を決めるエネルギーマネジメントにおいては、BWSC23で出場したOrcaで得られた実測値を利用し、さらにBWSC23では考慮できなかった10km毎の勾配抵抗(図1参照)を導入した。これらの改良により、ターゲット速度は60km/h~75km/hと求められ、さらに走行消費はOrcaより10%以上の改善が必要であることが求められた。

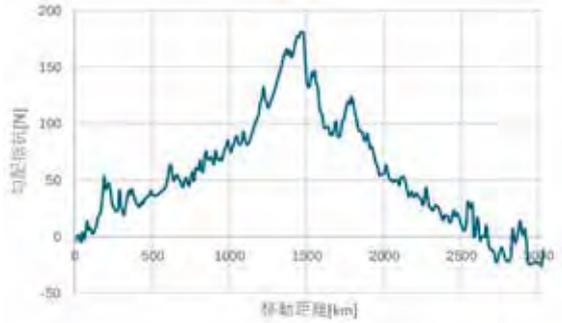


図1 オーストラリアの勾配

走行消費を10%以上改善するために空気抵抗と転がり抵抗の2つの走行抵抗に着目した。

まず、空気抵抗の削減のために、①前方投影面積の削減②Cd値の削減の2点に取り組んだ。①前方投影面積の削減のために、メンテナンスハッチ機構の搭載や大会規則で定められているマネキンの位置調整を行い、前方投影面積を約27%改善することに成功した。次に、②Cd値の削減のために、4輪から3輪への変更やFusion360のフォーム機能による滑らかなボディ設計を行った。しかし、BWSC23のレギュレーションからの大きな変更点である(b)パネル面積が4m²から6m²への変更により表1に示すように、車体全長が5mから5.5mに長くなったり、後端形状が変化したりしたことによる表面積の増加に伴う粘性抵抗の増加により、Cd値は約25%増加した。結果的に、前方投影面積は約27%削減し、Cd値は約25%増加し、前方投影面積とCd値をかけた空気抵抗は約9%削減することができた。

次に、転がり抵抗削減のために、車体重量33kgの軽量化を目標とした。この目標実現のため、4輪から3輪への変更やAIによる設計提案ソフトウェアであるジェネレーティブデザイン(GD)の利用、株式会社ネクストチェンジ様とカーボン積層の技術相談を行うことによりノウハウの蓄積を行った。現段階では製作途中になるが表1に示すように、4輪から3輪により5kgの削減、カウル積層の変更により28kgの削減に成功した。

	前方投影面積A[m ²]	Cd値	CdA値[m ²]	空気抵抗[N]	車体重量[kg]	転がり抵抗[N]	全長[mm]	全幅[mm]	高さ[mm]
Orca	1.06702	0.0959	0.10233	38.53470	288	98.784	4950	1300	1214
新型	0.77763	0.1195	0.09297	35.00720	255	87.465	5565	1562	1019
変化率	-27.1%	24.7%	-9.2%	-9.2%	-11.5%	-11.5%	12.4%	20.2%	-16.1%

表1 Orcaと新型のスペック比較

2.3 車体パーツの強度計算不足

BWSC23において、車体パーツの強度計算不足により、足回り部品の破損により走行の継続が不可能になった。そこで、車体パーツの強度計算不足という課題を解決するために、Fusion360を新たに導入し、設計・解析を行った。Fusion360のソフト導入にあたり、安全率の考え方やネットには省略されている機能がありソフトの習熟に限界があった。応

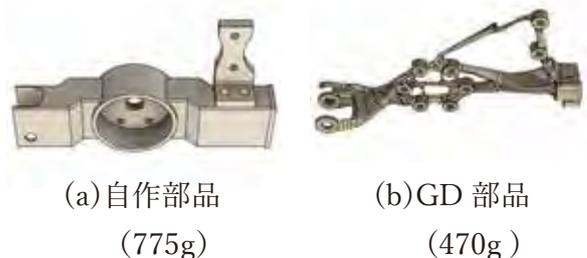


図2 アップライト部品の比較

用技術株式会社様とオートデスク株式会社様と連携し、講習会を実施したり、応用技術株式会社様

との週 1 回のオンラインミーティングによる強度解析の打合せを行ったりすることで、図 2 に示すように自作部品と比べて 39.4%軽量化、かつ整備性も向上した GD 部品を設計することができた。

2.4 電気システムのトラブルの多発

BWSC23 で発見した電気システムの課題として、①安全装置の動作不良 ②ソーラーパネルの発電不良 ③ライトの灯火不良 ④エネルギーマネジメントの不備 ⑤テレメトリシステムの未完成以上 5 つの課題があげられる。

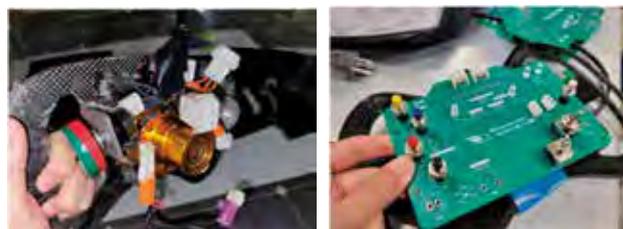
①に対して、設計の見直しと 5~8 月に Orca による 3 回の試験走行を行うことで、原因に気づき、10 月に開催された白浜大会 2024 では誤った設定で作動させてしまったが、安全装置が作動してバッテリーを過放電させないための機能を果たしていることを確認した。

②に対して、太陽光発電を制御する MPPT の設定の見直しと正しいパネルの掃除により、白浜大会 2024 では最大発電量（理論値）の 95.6%の発電量を記録した。

③に対して、ライト配線の断線修理により解決した。新車体にはライトの配線部分を基板化し、そもそも配線切れを防ぐ工夫を施した。

④に対して、精密なエネルギーマネジメントを行うべく、Orca の実測値や Google マップを用いた勾配抵抗の算出による Excel でのシミュレーションを実装した。より詳細なエネルギーマネジメントを行うことができる Excel により、BWSC25 で完走するための具体的な走行消費の削減目標値や発電量の目標値を明確にすることができた。

⑤に対して、現在もテレメトリシステムは未完成だ。約 30%完成しているが、プログラムや実装実験に時間がかかり、今年度での完成はできなかったが、BWSC25 までには完成させたい。



(a)Orca (b)新車体

図 3 ハンドルの比較

このように電気システムのトラブルが多発したという課題に対し、白浜大会 2024 を経て解決し、さらに電気トラブルを事前に減らすために、図 3 に示すように、ハンドル部分を基板化した。

2.5 製作スケジュールの遅れ

BWSC23 出場に向けては、製作スケジュールが遅れていったことにより、電気システムのトラブルシューティングを行う時間が不足していたり、無理やりマイルストーンに間に合わせるために雑な車体製作を行ったりしていた。結果的に、レース本番で電気システムのトラブルが頻出し、出走時間が 1 時間遅れたり、思うような発電量が得られなかったりした。そこで、BWSC25 に向けては、スケジュール管理を徹底するために、自動車業界で働かれる OB とのミーティングを通じたプロジェクトマネジメントへの理解を深めたり、全体会議・各班会議・班長会議といった目的別の会議を週 1 回設けたり、Notion・Discord を活用したスケジュール管理を行ったりした。その結果 2 月末時点で新車体の製作は約 70%完成しており、現在は概ねスケジュール通りに進行中である。

2.6 ソーラーカードライバーの経験不足

BWSC23 においては、経験のあるドライバー 2 名でソーラーカーの運転を行っていた。50°Cにも達するソーラーカー内で、5 時間もの間運転し続け、熱中症になる寸前までドライバーに負担がかかってしまっていた。そこで BWSC25 では、ドライバー 4 名でローテーションして運転できるように、ドライバー育成にも注力した。5~8 月のノーリツプレジジョン株式会社様の駐車場を借りた 3 回の

試走や 8 月末の白浜旧滑走路での試走、鈴鹿サーキットでの試走を経て、初心者ドライバー 2 名を含めた 4 名のドライバーで白浜大会 2024 に出場した。結果、白浜特別 WSC クラス優勝を果たし、101 周 (257km) 走破し完走することができた。この大会を通じて、BWSC25 を想定した 4 名のドライバーの経験を蓄積することができた。

3. 活動の成果や学んだこと

活動の結果、得ることができた成果は主に 3 つだ。

1 つ目は、プロジェクトマネジメントの重要性だ。製作がスケジュール通りに進んでいない場合には、その原因を追究し、遅れた原因が二度と起こらないように改善し、スケジュールを立て直すことを何度も速やかに繰り返すことが重要だと学んだ。特に製作段階では実際に手を動かして作業してみないと先が決まらない場合も多く、苦戦した。そのような時は、目的・目標を明確にし、それに対してメンバーが共通認識をもち、対面でのコミュニケーションを重視することで、60 名程のメンバーが集まり世界大会完走&Top10 入りを目指す規模の大きなプロジェクトを滞りなく遂行することができたと考える。

2 つ目は、有識者の意見を取り入れる重要性だ。学生だけの知識や経験だけでは、一人乗りのソーラーカーを製作し、世界大会で完走するというはかなりハードルが高いということ、BWSC23 を通じて学んだ。そこで、Discord を用いて卒業生と密に連携を取ったり、応用技術株式会社様や株式会社ネクストチェンジ様を始めとした協賛企業様からの知見や経験をプロジェクト内に取り込んだりすることで、部品の軽量化実現や製作スケジュールの遅れをなくすことができたと考える。

3 つ目は、新車体の製作による後輩育成だ。1 から車体を作り直すことで、低学年にも手を動かして作業をしてもらい、経験を積むことができた。また、BWSC23 から大会時期のレギュレーションが変更したことにより、4 回生のレース参加が困難となった。そのため低学年主体でレースに挑めるように、学年関係なく役割を与え、プロジェクトを遂行できたと考える。

4. 今後の展開

来年度 8 月に開催される BWSC25 において、出場及び完走、そして Top10 入りという目標を達成するべく、4 月中旬までに車体 100% 完成を目指す。さらに、車検資料の提出や新規協賛企業の獲得、4 月末におけるブリヂストン株式会社のテストコースを用いた試走や 5 月のゴールデンウィークにおける白浜旧滑走路での試走を行い、6 月初旬での輸送を行う。8 月初旬にオーストラリア到着後、現地での試走も行い、レースに挑む。このスケジュールを遂行するために、来年度もスケジュール管理の徹底や有識者との連携強化、後輩育成に取り組んでいきたい。

5. まとめ

今回のミッションでは、BWSC23 初出場し、約 1000km 地点でリタイヤした経験から、主に 5 つの課題を見つけ、その課題解決に取り組んだ。2024 年 10 月に開催された白浜大会 2024 に向けた複数回の試走や大会当日のレース経験から BWSC25 完走&Top10 入りという目標の達成度を上げることに貢献できたと考える。ただ単に車体の重量が軽い車体を作っただけでは、この目標を達成することは難しく、電気系統のバグ出しに時間を割いたり、車検資料を提出したり、物品の輸送手続きを行ったりできるようにプロジェクトマネジメントすることが大切だと学んだ。

6. 発表実績

- ・「和歌山大学ソーラーカープロジェクト～和歌山から世界へ～」柑芦会京滋支部総会 (2024.9.8)
- ・「BWSC25 での完走&Top10 入りを目的とした新車体の製作」徳島大学合同成果発表会(2024.11.30)
- ・「2024 年度活動成果報告、2025 年度活動計画報告」協賛企業向け活動報告会 (2025.2.20,26)

ジェネレーティブデザインを使用した 部品の軽量化

活動目的

Bridgestone World Solar Challenge 2023ではバッテリーの消費効率が悪く、バッテリーが足りずに約900km地点でリタイアしてしまった。消費効率を改善するため、軽量化するというアプローチ方法を取った。そこで本ミッションでは、Bridgestone World Solar Challenge 2025（以下BWSC 2025）のための新車体部品をジェネレーティブデザイン（以下GD）を活用し可能な限り軽量化することを目的とする。

活動実績

前大会にて使用したGD部品の解析

応用技術株式会社様に前車体Orcaで使用していた2つのGD部品のCT検査を依頼。

→両パーツとも製作時にできたと考えられる内部の欠陥は確認されたが、実走中の繰り返し荷重による欠陥は見つからなかった。



図1 サスペンション上部固定部材検査結果

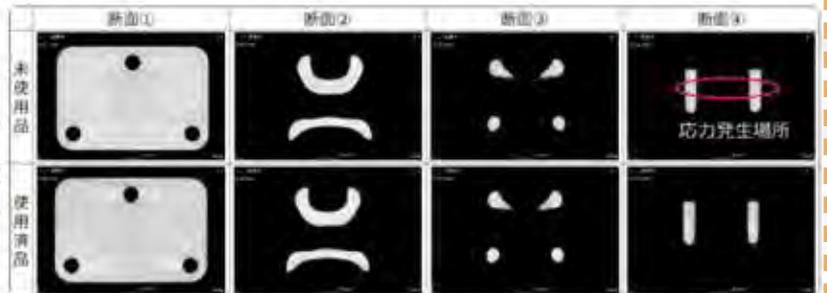


図3 サスペンション上部固定部材検査結果 断面図

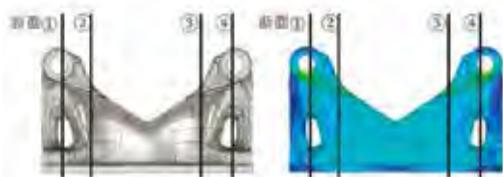


図2 フロントキャリパーピスティー検査結果

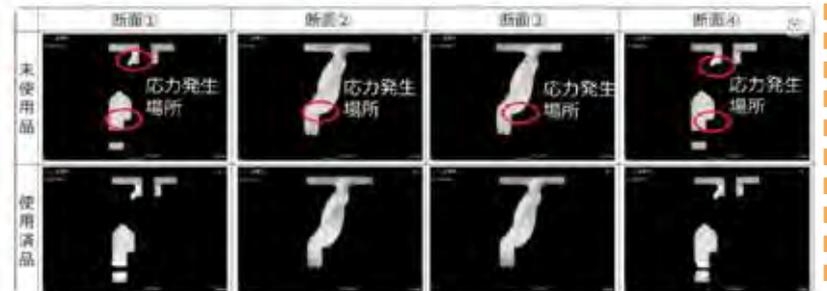


図4 フロントキャリパーピスティー検査結果 断面図

新たなGD部品の設計

BWSC 2025に向けた新車体で使用予定の部品をGD化。想定荷重は物理演算を行い、設定しており、最小安全率は2.673になっている。



775g

約40%削減



470g

将来展望

- ・新たなGD部品の製作完了
- ・これまでのGD部品を取り付け実走実験
- ・想定荷重の計算方法の確立
- ・GD部品製作の手順書作成

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：「ジェネレーティブデザインを使用した部品の軽量化」

ミッションメンバー：経済学部 2年 津本明奈

システム工学部 3年 大倉啓輔

システム工学部 3年 溝口楽仁

キーワード：想定荷重 GD 条件設定 部品 AI

1. 背景と目的

当プロジェクトは、Bridgestone World Solar Challenge（以下 BWSC と略す）2025 に出場し、完走と Top10 に入ることを目標としている。しかしバッテリーの消費効率が悪いことから、バッテリー残量が足りずに 987 km地点でリタイアしてしまった。この課題を解決するため、本ミッションではジェネレーティブデザイン（以下 GD と略す）を活用し、車体を可能な限り軽量化することを目的とする。

GDとは想定荷重や荷重がかかる面などを AI に入力し、いくつかの設計を提案してもらうという設計方法である。これを活用することによって人間の直線的な設計とは違い、曲線的な設計をすることができるため可能な限り軽量化することができる。しかし想定荷重や力がどのような方向にかかるかを算出することは難しく、実際に作りたい条件にあった部品にならなかったり、過剰な設定になり無駄に部品がおもくなってしまったりすることも起きてしまう。この点が GD を活用するにあたっての課題となっている。この課題を解決するため、本ミッションでは GD 部品作成手順書を作成することを目指す。

2. 活動内容

BWSC2023 や白浜大会で 2000 km使用した GD 部品と同じ未使用の GD 部品を応用技術株式会社様に CT 検査を依頼し、内部の欠陥がないかを比較した。図 1 と図 2 にて発生応力場所が見つかったことにより、断面欠損やポイドなど製造時に発生したと考えられる内部の欠陥は見つかったが実走の繰り返し荷重による欠陥は見つからなかった。このことから前回作った GD 部品は 2000 kmまで問題なく使用することができており、現段階では想定荷重などの設定が間違っていないと考えることができる。

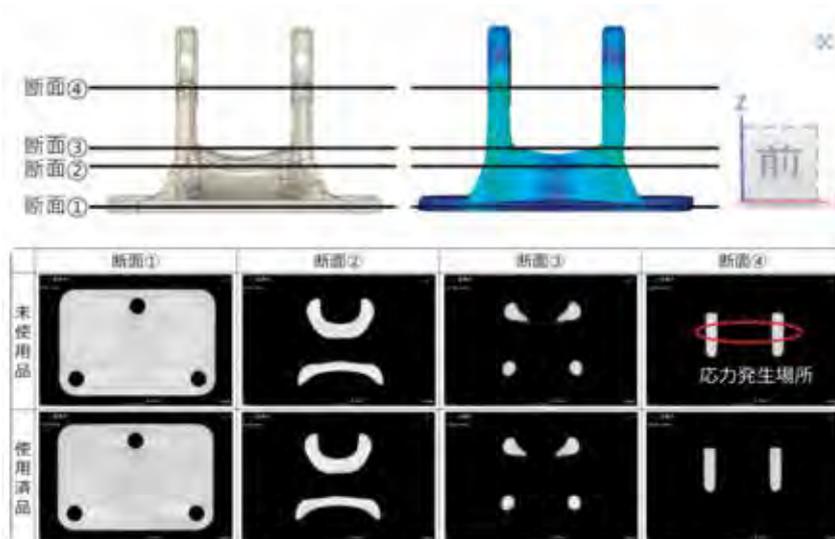


図 1 サスペンション上部固定部材検査結果

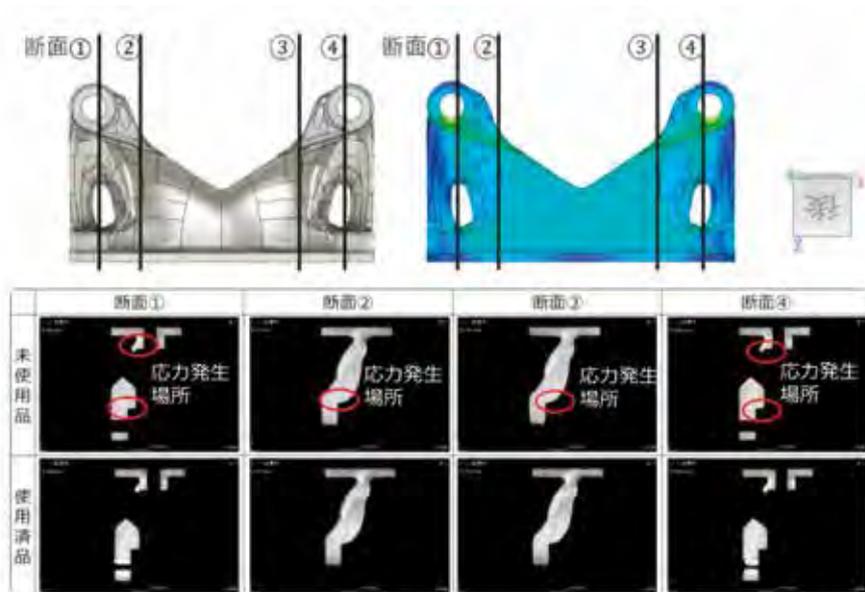


図2 フロントキャリバースター検査結果

さらに BWSC2025 に向けて、新車体に使用予定の部品の実データ上の GD 化を実施した。物理演算をおこない、想定荷重を設定し、最小安全率は 2.673 という解析結果になっている。この数値はあまり過剰な安全率になっておらず、想定荷重が間違っていたとしてもすぐに壊れないという数値になっているのではないかと考える。重量の面では、学生が設計した直線的な部品 (図3参照) は 775g とデータ上では算出されている。そして GD 化された部品 (図4参照) は 470g と算出されており、約 40% 軽量化することができると推測できる。これらの部品を設計した際におこなった物理演算をまとめておくことにより、本ミッションの目標としている手順書作成の際に、より理解を深めたものを書くことができると考える。さらに当プロジェクトメンバーと共にまとめることによって理解の共有に繋がり、本学学生のものづくりレベルを上げることもできると考える。

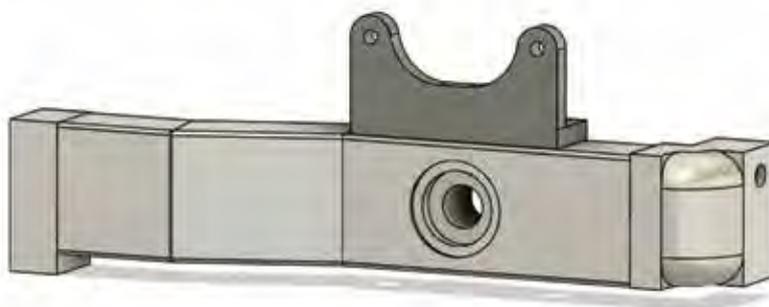


図3 学生が設計した直線的な部品

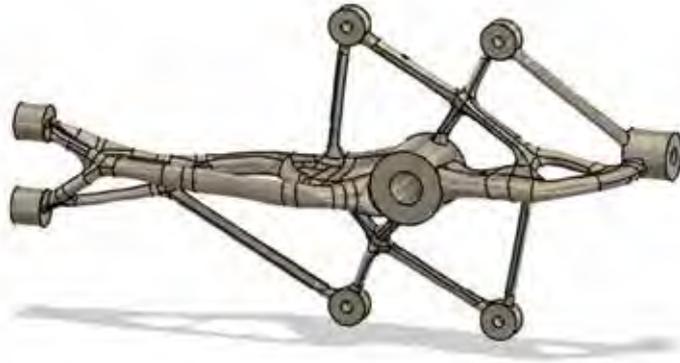


図4 図3の部品をGD化した部品

3. 活動の成果や学んだこと

活動の成果として挙げられるのは以下の2点である。

1つ目はBWSC2023で使用したGD部品の状態を把握することができた。今まで2000kmの距離で使用したことも含め、内部状態を把握できたことにより想定荷重の計算方法の参考にすることができると考える。

2つ目は新たなGD部品をデータ上で作成することができたことから、学生が考えた直線的な設計をした部品から約40%軽量化できることが分かった。1つ目の成果もあり、計算方法に対する理解が深まっていると考える。

これらを何度もおこない、実際に使用することによりデータを取ることもおこなっていくことで、GD部品を製作するうえでの設定方法に関する課題を減らすことができる。それによりGD部品の製作が広まり、ソーラーカーだけでなく様々な機器の部品を開発することにつながる可以考虑。

4. 今後の展開

今後の展開については、今回のミッションの活動をもとに、以下の作業が必要であると考えた。

1つ目は、今回新たに設計したGD部品を実際に搭載した新車体の実走実験とそれに伴うデータを取ることである。5月に新たに設計したGD部品を製作し、実際に搭載した新車体で白浜空港の旧滑走路やノーリツプレジジョン株式会社様の敷地をお借りし、実走実験を重ねることによってデータを取ることが重要である。これらの実験を重ね、BWSC2025での使用が安全にできるかの判断もしていきたいと考える。

2つ目はBWSC2025にてそのGD部品を搭載し完走することができれば今年度で作成することができなかったGD部品製作に関する手順書も作成することである。製作したGD部品がどこにどのように使われるか、どのような物理演算をおこない、どの面にいくらの荷重がかかっているかをまとめた手順書を作成することができれば、GD部品を製作したことの無い人間でもどのような根拠で計算したかがより理解しやすくなる。それによって当プロジェクトメンバーの設計レベルをあげることができ、より消費効率の良い、軽量化した車体を作ることにつながる可以考虑。そしてこの手順書を当プロジェクト以外にも共有することができるようなものにし、本学学生のAIを活用したものづくりに関する知識を深めることができるものになりたいと考える。

3つ目は産学連携の強化を計るということである。今回のミッションにご協力いただいた企業様や当プロジェクトに協賛して下さっている企業様とより深く関わり、GD 部品製作に関する技術などを含めたものづくりレベルを発展させたいと考える。これにより当プロジェクトだけでなく、共有し、本学学生や和歌山全体のものづくりを発展させることができると推測する。

5. まとめ

今回のミッションを通し、応用技術株式会社様に CT 検査を依頼し、実際に 2000 km の距離で使用した GD 部品の内部状態を把握することができた。さらに新車体に使用予定の新たな GD 部品の設計をすることができた。

内部状態を把握したことにより、想定荷重の計算方法をより正確なものに近づけることができた。これにより今後作成予定の手順書がより信頼できるものにできると考える。これから実走実験を繰り返し、より信頼度を高めていきたい。

そして新たな GD 部品は最小安全率 2.673 を保ちつつ、学生が設計した直線的なものから約 40% 軽量化することができた。このことから本ミッションの目的である「GD を活用し、車体を可能な限り軽量化すること」により近づけることができた。

これらをおこなったことにより、当プロジェクトのものづくりレベルをあげることができたと実感している。よって手順書を作り、共有することができれば本学学生全体のものづくりレベルを上げることができると考えられる。

太陽電池の気象条件への依存に関する研究 和歌山大学ソーラーカープロジェクト

1.背景と目的

○活動目標

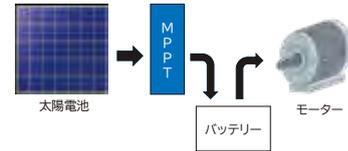
Bridgestone World Solar Challenge 2025での完走
→大会規約の大幅な変更により、発電量の重要性が増す

○目的

太陽電池の特性を理解し、大会で完走できる太陽電池の配置を考える

大会規約の主な変更点

	2023年	2025年	
開催時期	10月(春)	8月(冬)	日照時間 減
バッテリー容量	20 kg以内	11 MJ以内	バッテリー容量 減
太陽電池面積	4㎡以内	6㎡以内	パネル面積 増



2.活動内容

○白浜大会でのデータ収集

10月に行われた白浜大会で、発電量のデータを収集(図1,3)
→当日の和歌山県潮岬地点の日射量(図2,4)と比較

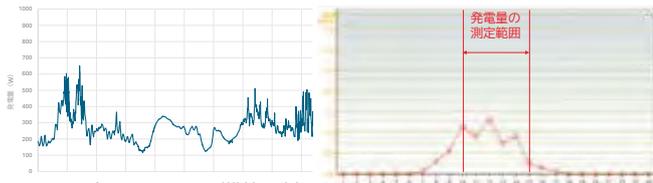


図1 大会1日目の発電量(横軸は時刻 10時から15時)

図2 大会1日目の日射量

- 1日目:雨やくもりの時間が長く、一日中雲がかかる
→・発電量は一日を通して低い
・細かい時間での発電量の変化が小さい

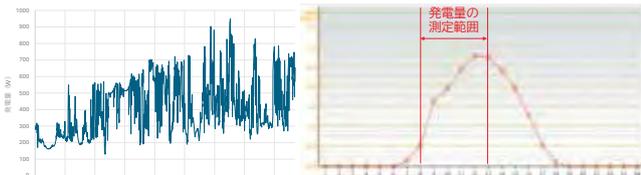


図3 大会2日目の発電量(横軸は時刻 8時から13時)

図4 大会2日目の日射量

- 2日目:晴れ
→・日射量が最大になる時には、発電量もかなり大きい
・細かい時間での発電量の変化が大きい

また、大会2日目の開始前にパネルの清掃を実施
→1日目の同じ日射量の時間よりも高い発電量
BWSCでは砂塵等によりパネルが汚れる可能性が高いため
高頻度でのパネル清掃が必要

○新車体のパネル配置設計

1.車体の空力性能との兼ね合い

空力性能:前方から見た面積が小さいと良い
発電量:太陽光の入射角が90度に近いと良い
→ **両者のバランスの取れた設計を行った**

初期案

- a)空力性能を重視した車体
・前方から見た時の面積が小さい
・入射角が90度から遠い
- b)発電量を重視した車体
・前方から見た時の面積が小さい
・入射角が90度に近い

採用案

- 新車体を横から見た図
- 新車体を上から見た図
・入射角が90度から離れる前方にはパネルを貼らない
・左右の丸みを抑えることで、空力性能を保ちながら入射角を90度に近づける

2.MPPTの配置設計

MPPT:バッテリー充電のための昇圧コンバータの役割

- ・車体前方は影がかかりやすい
- ・配線の簡易化のため、同色のパネルの距離を近く
- ・回路の都合上、各色のパネル枚数はほぼ同じに

これらを考慮し、数パターンMPPTの配置を提案
代表例 (一色につき一つのMPPTを使用)



3.課題と展望

- ・気温による発電量のデータ不足 → 新車体による発電実験で、気温ごとの発電量を調べる
- ・MPPTの配置が確定せず → 大会前に行う試走で複数パターンMPPT配置を試し、発電量を比較して最適な配置を決定する
- ・大会時に発電量のデータ収集を行い前回大会のものと比較することで、開催時期の変更により発電量がどの程度変化するかを確認する

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：太陽電池の気象条件への依存に関する研究

ミッションメンバー：システム工学部2年西村孝太郎,システム工学部2年田中碧

キーワード：太陽電池 BWSC 日射量 発電量

背景と目的

当プロジェクトは、2025年にオーストラリアで開催されるソーラーカーレースの世界大会「Bridgestone World Solar Challenge 2025(以下 BWSC2025)」での完走および10位以内でのゴールを目標としている。この目標の達成に向けた以前からの課題として、車体の空力性能と太陽電池の発電量のバランスを考慮した車体設計があげられる。これらはトレードオフの関係であると考えられるが、これまで定量的に評価できない状況であった。このことに加え、BWSC2025の大会規約が前回のものから大幅に変更されることとなった。主な変更点として、開催時期が10月から8月になることや、車体に貼ることのできる太陽電池の面積が増加し、バッテリーのエネルギー容量の上限が減少したことが挙げられる。これらの変更により、大会時の発電量が前回大会までのものとは異なることが予想され、事前にレース時の走行計画を立てることが難しくなった。そのため、本ミッションでは日射量や気温などが変わることによりどの程度太陽電池の発電量が変化するかを確認した後、BWSC2025に向けた車体の太陽電池の配置を考えること、それらを基に大会時の発電量を予測し、走行計画を立てることを到達目標とした。

1. 活動内容

はじめに述べた目的を達成するために、以下の3つについて取り組んだ。

1.1 白浜大会でのデータ収集

2024年10月に開催された「白浜 ECO-CAR CHALLENGE」にて、前回の世界大会に出場した車体を用いて発電量の計測を行い、図にまとめた。

1.2 車体形状の決定

空力性能を重視した車体や、発電量を重視した車体など複数の候補を提案し、その中から最適なものを選んだ。空力性能を重視した車体では、前方から見た面積が小さく空気抵抗が少ないが、太陽光をうまく受けることができない。一方で発電量を重視した車体ではその逆であり、空気抵抗は大きくなってしまふ。そのため、これらの中間のような設計を採用した。また、前回大会では車体の形状を決定した後に太陽電池を配置するという手法をとったため、必要以上に車体が大きくなってしまった。そのため、今回の新車体では新車体の案が一つ提案される毎に CAD 上で太陽電池を貼り、その結果をフィードバックするという手法をとった。



図 1.1 空力性能を重視した車体 図 1.2 発電量を重視した車体

1.3 太陽電池の配置と MPPT の分割設計

1.2 で決定した車体の形状をもとに、太陽電池と MPPT の配置の設計を行った。大会規約により

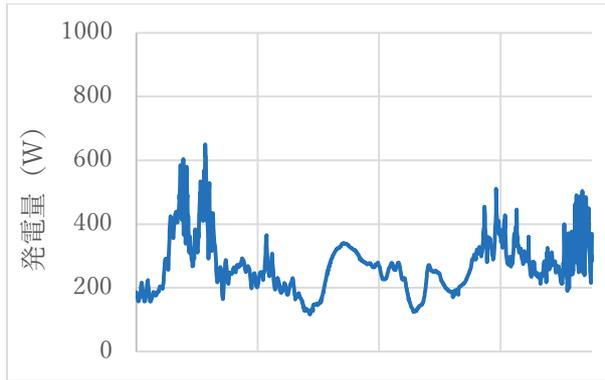


図 2.1 大会 1 日目の発電量 (横軸は時刻 10 時から 15 時)

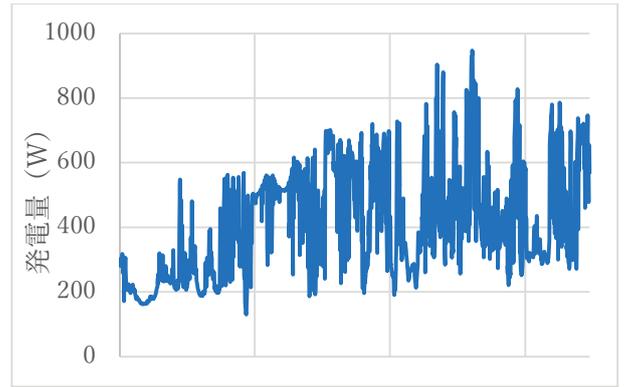


図 2.2 大会 2 日目の発電量 (横軸は時刻 8 時から 13 時)

上の図から、晴れの日には雨の日と比べ短時間での発電量の変化が大きくなること分かったが、これは雲がかかるたびに大幅に発電量が低下したためだと考えた。また、晴れの日での発電量が小さい時間（雲がかかったと考えられる時間）では、雨の日とその値はほぼ同じであることが図から見て取れた。なお、本来は発電量と同時に日射量も測定する必要があったがうまく測定できなかったため、インターネットで公開されている日射量のデータベースを参考に比較したところ、概ね比例していることが分かった。

また、車体の形状および太陽電池の配置は以下の画像のようになった。



図 2.3 新車体を横から見た図

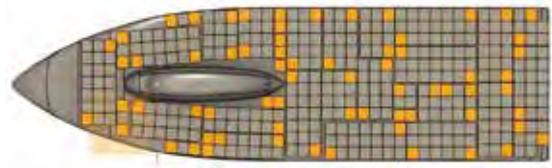


図 2.4 新車体を上から見た図

新車体では、車体の大きさを太陽電池が貼りきれぬ最小限にしながら、太陽電池を貼る面の反りを抑え、太陽からの光をうまく受けやすい形状にした。それに加え、車体前端の方は常に陰がかかることが考えられるため、太陽電池は貼らないようにした。

最後に、提案した MPPT の配置の候補を以下に示す。なお、一つの色につき一つの MPPT を用いる。

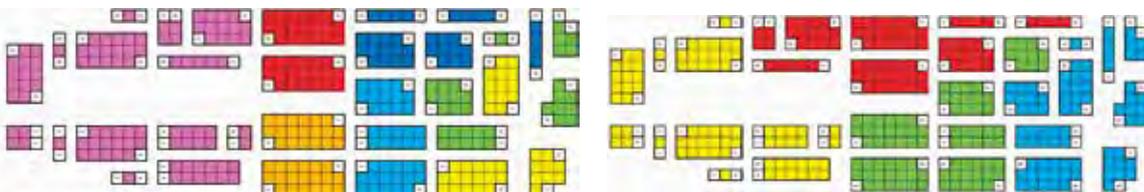


図 2.5,6 MPPT の配置案

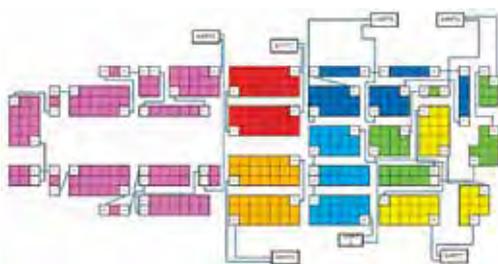


図 2.7 配線を考慮した MPPT の配置

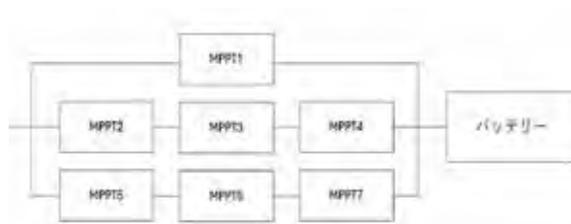


図 2.8 MPPT の接続方法

3. 今後の展開

今回の活動からは、当初の目的であった、BWSC2025での発電量を予測することができなかった。そのため、今後日射量と発電量との関係について調べるとともに、気温との関係についても調べることで大会時の発電量を予測し、走行計画を立てる。また、空力性能と発電量の定量的な評価も達成することができなかったため、その手法について考察を行う。

また、MPPTの配置案は一つに絞り込むことができなかったため、予定している白浜試走や栃木試走などで発電量を比較することで、MPPTの最適な配置を決定する。

4. まとめ

本ミッションでは、主題になっている気温や日射量などの気象条件により、発電量がどの程度変化するかという点については定量的に明らかにすることができなかった。一方で、前回大会からの課題であった太陽電池を貼る際の無駄なスペースや、MPPTの適切な配置については多少改善することができた。このミッションを通して得られた成果や知見を糧にして、引き続き目標達成に向けて活動していきたい。

安全かつ分かりやすい作業環境の構築

和歌山大学ソーラーカープロジェクト

○活動目的

【目的】

作業場（共有スペース・ガレージ）における安全性向上と作業効率の改善を目的として、5S活動（整理・整頓・清掃・清潔・躰）を導入し、その定着を図る。

【背景】

作業場では物品の紛失が頻発しており、それに伴い作業効率の低下やコストの増加が発生している。これらの課題を解決するために、5S活動の導入が求められた。

【目標】

5S活動の普及を促進し、作業場の環境を改善する。実施状況の評価および改善点の抽出を行い、5S活動の成果を明確にする。

○活動内容

①不要な物品の廃棄（整理）

- ・木材の端材や不要なダンボールなどを処分した。
- ・期限が切れた薬品などの産業廃棄物をまとめ、クリエの一斉廃棄に合わせて廃棄した。

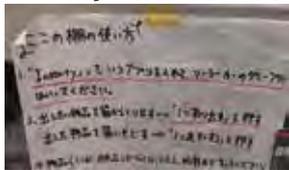


クリエにあった産業廃棄物→

②アプリによる物品の在庫管理（整頓）



Invenlyの物品確認画面



Invenlyの使用方法

- ・Invenlyというアプリを導入した。これにより、どこでも物品の使用状況を確認できるようになった。
- ・全員が適切にアプリを使用できるよう、使用方法を作業場の棚に掲示し、視認性を向上させた。

③通路の可視化（躰）

- ・クリエの共有スペースにおける通路を可視化した。
- ・これにより、物品の配置禁止エリアを明示し、外部の利用者にも動線を分かりやすく示せた。



Before



After

④協力企業様の工場見学（清潔）

- ・ノーリツプレジジョン株式会社、株式会社関西クラウン工業社様の工場を見学させていただいた。
- ・移動式の作業台や、省スペースでの収納方法を学んだ。



ノーリツプレジジョン株式会社様



株式会社関西クラウン工業社様

○現在の課題&将来展望

- ・ Invenlyの使用率が低く、確実性が不十分 → より在庫リストにアクセスしやすい方法を探す
- ・ 作業に必要な物品が変わることによる紛失リスク → 作業を細分化して各工程に必要な物品をリスト化

作業に必要な物品が一つの箱にまとまり、どこにあるかをすぐ確認できる仕組みを作る！

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ミッション名：安全かつ分かりやすい作業環境の構築

ミッションメンバー：経済学部3年生湯川景太郎、システム工学部3年生大倉啓輔、システム工学部3年生溝口楽仁、経済学部3年生柿谷太郎

キーワード：5S活動、安全性向上、作業効率、作業環境、整理整頓

1. 背景と目的

和歌山大学ソーラーカープロジェクトは、一人乗りのレーシングソーラーカーを作る意欲をもった学生たちによるプロジェクトである。2023年の10月には、オーストラリアで行われるBridgestone World Solar Challenge 2023（以下BWSC）に参加し、車両性能の向上とチームの技術力を培ってきた。一方で、活動拠点となる作業場（共有スペース・ガレージ）の環境には多くの課題が存在していた。

作業場では物品の紛失が頻発し、それに伴い作業効率が低下する場面が多かった。例えば、必要な工具が見つからないことによって作業が中断したり、在庫管理が不十分なために部品不足が発覚し、作業計画が大幅に遅延したりすることがあった。また、作業で使い終わった物品を通路に置くことがあった。この物品に足を取られ、転倒しかけるといふ事があり、安全性にも悪影響を及ぼしていた。

これらの課題を解決するために、本ミッションでは、作業場に5S活動（整理・整頓・清掃・清潔・躰）を導入し、作業場の環境を改善することを目的とした。

2. 活動内容

2.1 作業場の問題点

まず、作業場の現状を把握するためにチーム内でヒアリングと現地調査を行った。その結果、整理、整頓、躰の三つに問題があることが明らかになった。

2.1.1 整理

ソーラーカーの作業場では、過去に使用されていた消耗品や部品が大量に保管されており、それらがデッドスペースを生んでいた。特に、ソーラーカーの先輩方が残していった古いバッテリーや劣化したパーツ、期限切れの薬剤などは、すでに使用できないにもかかわらず、産業廃棄物であるため廃棄する方法が無く、放置されており、それが作業場の一角を占有していた。

2.1.2 整頓

ある程度の保管場所は決まっていたが、物品の定位置が決まっておらず、使い終わった部品や工具が図1のように無秩序に置かれていた。また後ほど使うために机の上などや、近くの床などに物品をおいたため、物品を紛失してしまい、物品を探す余分な時間がかかり、見つからなかった場合、追加で購入した物品が届くまで作業が中断されていた。



図1：作業中の様子

2.1.3 躰

卒業した先輩方のノウハウや物品に関する知識が口頭でしか引き継がれておらず、チーム内での物品管理に関する共通認識が失われていた。このため、どの工具がどこにあるかが分からない場面が多くあった。また、新車体を製作するにあたって、設計の変更によって使用できなくなった配線などができた。これによって使えなくなった物品が次々に残っていった。

2.2 作業環境の改善

上記の結果を受けて、整理、整頓、躰の三点に重点を置いた改善策を実施した。

まず、整理として不要な物品を廃棄した。現在使っていない物品を廃棄しようとしたところ、製作班のメンバーから、後の作業に使用する可能性があると言われ、廃棄を中断した。

そこで一度、確実に使えない木材の破片ダンボールなどのゴミなどを集めて廃棄した。その上で図2のような期限切れの薬剤といった捨てにくい産業廃棄物を廃棄した。

また、使わなくなったブレーキフルード 5Kg をスポンサーであるネットヨタ株式会社のご厚意により引き取っていただいた。

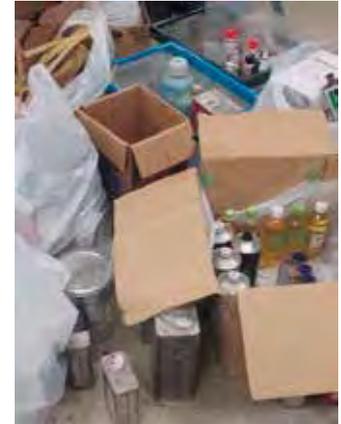


図2：分別した産業廃棄物

次に、整頓の一環として、物品をある程度の用途別にボックス分けし、在庫物品の管理アプリ「Inventory」を導入した。このアプリは図3のように物品の種類と個数を登録することで、物品がソーラーカーの作業場にいくつあるかを示すことができる。このアプリはソーラーカーのメンバーであれば誰でも確認することができ、ガレージに持って行った物品の個数を把握することができるようになった。



図3：Inventory の画面

また、アプリの使用を忘れないためにも、ボックスを置いた棚の近くに張り紙を行い、アプリの使い方を示すとともに物品を持ち出す際のアプリの使用を促せるように工夫した。

そして、躰として、クリエの作業場における通路の可視化を行った。図4、図5のようにドアから続く動線を分かりやすく示すために通路にテープを張った。これにより物品や椅子などを置かない場所をメンバーに対して注意しやすくなった。



図4：通路の可視化前



図5：通路の可視化後

2.3 協力企業との連携

また、その他にも5S活動の効果を高めるために、ノーリツプレジジョン株式会社および関西クラウン工業社を訪問し、工場見学を実施した。これにより、実際の現場での5S活動の運用方法や改善ノウハウを学んだ。図6はノーリツプレジジョン株式会社の移動式作業台、図7は関西クラ

ウン工業社のマグネットによる省スペースの収納方法の一例であり、実際に 5S 活動を行った結果、作業効率と安全性が大幅に向上しているとのことをお話を伺った。



図 6：移動式作業台



図 7：マグネットによる収納棚

3. 活動の成果や学んだこと

活動の成果として、まず作業場の環境が大幅に改善された。工具や部品がカテゴリーごとに整頓され、必要な物品を迅速に取り出せるようになった。その結果、作業時間の短縮と効率向上が実現した。例えば、以前は工具を探すのに 10 分以上かかることもあったが、アプリ管理と配置変更によって 2～3 分で探し出せるようになった。

また、5S 活動を通じてチーム内の意識が変化した。作業場を常に清潔に保つことが習慣化し、クリエから借りた物品を移動させる際には、貸出チェックをしたか報告する習慣がプロジェクト内で身についた。この結果、作業場での物品の紛失が少なくなったと考えられる。

一方で、Inventy の使用率は当初想定していたほど高くはなく、在庫管理の運用には課題が残った。在庫データの入力が煩雑であったため、運用を継続するためにはシステムの見直しが必要だと再認識した。

また、ソーラーカー製作の作業内容が変わることによって、必要な物品が変わり、物品が移動することによる物品の紛失が何度か発生したので、その対策についても考えていく必要がある。

4. 今後の展開

今後は、5S 活動をさらに定着させるとともに、在庫管理システムの運用効率を高めることが求められる。具体的には、以下の取り組みを計画している。

まず、Inventy の運用を見直し、より使いやすい管理体制を構築する。在庫データの入力作業を簡略化するためにタグやセンサーにおける物品移動の自動化を行う。

また、必要な物品が変わることによる紛失を防ぐために、ソーラーカー製作の各時期においてどのような物品が必要かをリスト化し、物品を一つのボックスにまとめて移動できるようにする。

さらに、定期的に外部の工場見学を実施し、他社の取り組みを参考にしながら改善を図る。

5. まとめ

本ミッションでは、5S 活動を通じて作業場の環境を改善することができた。物品の整理と整頓により作業効率が向上し、安全性もある程度確保された。また、協力企業との連携を通じて実践的なノウハウを学び、今後の活動に活かせる知見を得ることができた。

一方で Inventy の使用率が低いことや、作業内容が変わることによる物品の紛失などの問題も見えた。

今後は、在庫管理システムの運用効率を高めるとともに、データ化を行うことによる引き継ぎの簡易化によって、作業環境の維持と改善に努める。最終的にはチーム全体に、5S活動を続けていくという意識を持ってもらうために、より良い作業環境を目指して活動を続けていく。

クリエイティブ制作プロジェクト

和歌山に実際に来て歩きたくなるスマホアプリ

purpose

“ゲーム×観光”で新たな価値を創造する

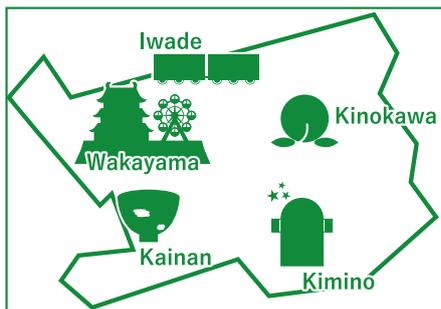
本ミッションは、「和歌山に行ってゲームの世界を追体験してみたい」という想いをきっかけとして和歌山県に実際に訪れ、ゲームをきっかけに知り得た情報を源とした様々な体験をしていただくことを目的としています。



Mobile iOS/Android 全年齢 ゲーム好き

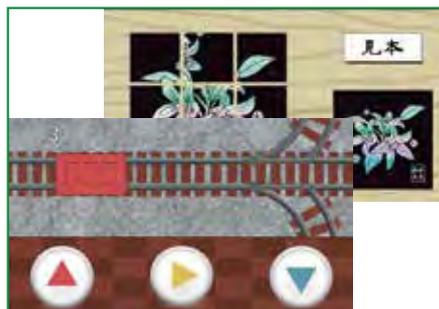
- CGP ● 和歌山のミニゲーム集 ● 配信予定
- 基本プレイ無料

——不思議な遊園地“キシュールランド”で、
あなたはパークを盛り上げるためのお手伝いをする事になり——



キタウン

和歌山市近郊の市町がモチーフのエリア



様々なアトラクション

観光地を題材にしたミニゲームで遊ぼう

キミの力を貸して
ほしいんだ!



イサナ



予算の使用用途について

いただいた予算は

- ① フィールドワークのための交通費
- ② 語り部さんのツアー代

として使用させていただきました。ありがとうございました。

▼ 語り部さんのツアーの様子



▲ みさと天文台



展望について

題材とする地域の拡大

+

地域に関する調査の継続



長続きするための
コンテンツ制作の実現

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
<2024 年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名： クリエゲーム制作プロジェクト

ミッション名： 和歌山に実際に来て歩きたくなるスマホアプリ

ミッションメンバー： 観光学部3年林知咲季, システム工学部3年矢野壮大, 経済学部2年辻健吾, 他7名

キーワード： コンテンツツーリズム・和歌山観光・和歌山を知る・スマホゲーム・ゲーム制作

1. 背景と目的

本ミッションは、「和歌山県に行ってゲームの世界で体験したことを実際に追体験してみたい」という想いをきっかけとして、和歌山県に実際に訪れて、ゲームをきっかけに知り得た情報を源とした様々な体験をしてもらうことを目的としている。本ミッションでは昨年度、和歌山県の観光地をすごろくのマスに見立てた「すごろくゲーム」を制作していた。しかし、このシステムでは「和歌山に実際に来て歩きたくなる」要素が不足しているのではないかと考え、本年度も活動を継続するに至った。本年度新たに考案したアプリでは、和歌山県を一つの遊園地に見立て、観光地をモチーフにして制作した「ミニゲーム」を遊園地のアトラクションとし、それらで遊んでもらうことを主軸としている。「ミニゲーム」で和歌山県や観光地に関する知識を楽しみながら入手することで、プレイヤーが感じる和歌山県全域の観光地の魅力を向上させ、和歌山県を訪れてみたいという想いを醸成させることを目標としている。

2. 活動内容

1年を通して、プログラマー、デザイナー、プランナー、サウンドクリエイターそれぞれにタスクを割り当て、定例会議で進捗報告を繰り返し行った。

和歌山県の観光情報について、夏の長期休暇を利用して現地調査を行った。メンバー全員をいくつかのグループに分け、和歌山市周辺の市町である岩出市、紀の川市、紀美野町、海南市のそれぞれの地域で、更に情報の深掘りを行うべきであると判断した観光地へ調査に赴いた。本年度は地域の「語り部さん」にお話を伺うことを中心に調査を進めることで、インターネットや雑誌では得られない、和歌山県の魅力を直接学ぶことが出来る機会を設けた。また、現地調査した内容は写真やメモに記録し、定例会議で報告を行った。

アプリ開発は定例会議でその都度必要な機能をコスト、期間、その段階で継続して参加可能なメンバー数など様々な観点で決定を行っていった。ゲームに必要な機能はすべて定例会議で決定しようと考えたが、プランナーを含めた企画班は納期を大幅に遅れていたこともあり、方針を変更してプランナーとリーダー、開発に意欲のある一部メンバーで、定例会議以外のタイミングでシステムに関する会議を行うことにした。年明け前の段階で全体の進捗は芳しくなく、開発が難航してしまったため、その都度システムのコストカットを行うことになった。

年を越すと、メンバーの大半が参加継続の意思を示さない、あるいはプロジェクト内のイベントに参加したことによって、人数が10人から3人に減ってしまったため、もはやアプリのリリースは不可能であると考えた。残っているメンバーで開発中のシステムを仕上げ、発表資料の制作も同メンバーで行った。

3. 活動の成果や学んだこと

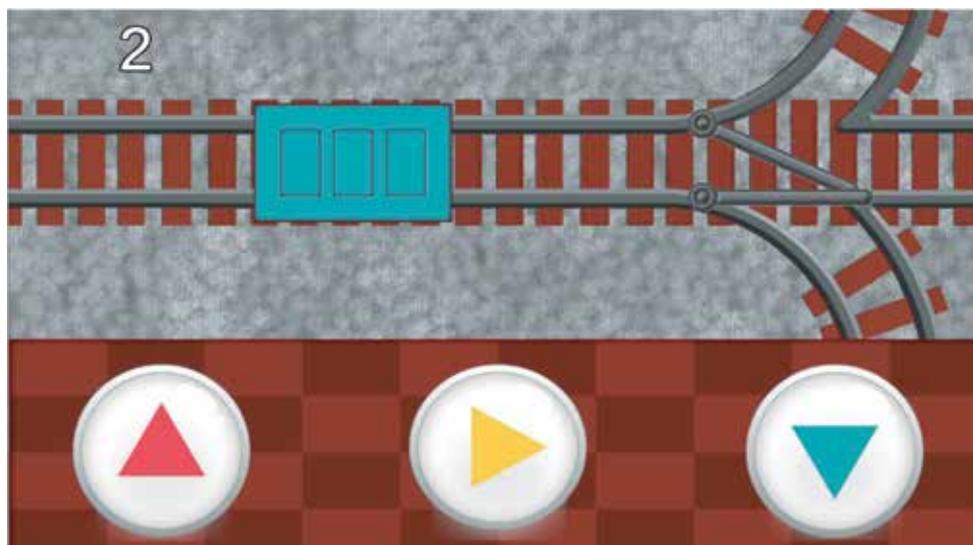


<タイトルロゴ・キャラクター>



既存ゲームのロゴにみられる立体感や、鯨のキャラクター「イサナ」のテーマカラーを取り入れて制作した。加えて、テーマパークがコンセプトとなっていたため、和歌山城の一部を観覧車に変更したり、ポップな印象のあるフォントを用いたりして表現した。また、キャラクターは鯨と蜜柑をかけ合わせ、シルクハットやモノクルなどを用いて「遊園地の管理鯨」感を演出した。緑色を基調とした配色になっているのは、和歌山県が「木の国」と呼ばれていたことに由来している。

<ミニゲーム>



本活動ではシステムの開発の上で様々な問題が発生したために、開発規模を大幅に縮小する結果となった。本アプリで実装するミニゲームは、すべて様々な観光名所のものを体験することを想定しており、1つ1つ短時間で遊びきれ設計となっている。このミニゲームはその中で開発が完了したものの1つである。根来 SL 公園に展示されているデゴイチがモデルで、ボタンによってレールを操作し、正しい方向に貨物車を誘導することができる。

本活動で開発されたシステムはミニゲームのみの実装となってしまい、魅力を伝える以前に他のミニゲームアプリとの差別化が上手くできなかつたと実感している。万が一、来年度も引き続き活動していくならば、実際に歩きたくなる要素を追求し、観光地を実際に探索できるようなシステムに改良すれば、より和歌山県の魅力を上手く伝えることができると考えている。

4. 今後の展開

ポスター発表会では、近日リリースした後、次年度以降アップデートを重ねながら大規模なシステムにしていきたい旨を説明した。しかし、これは発表を最大限魅力的にするための詭弁であり、来年度以降、プロジェクトの現運営及びそれ以降の後輩に託しシステムのアップデートを行うことは不可能であると推測される。学業との両立が最優先である都合上、授業を都合に開発に参加できず進捗に支障を来すことは譲歩できた。しかし、長期休暇に至ってもなお、私用やプロジェクト内のイベントに参加したために、何も成果を生み出せなかったことがあった。これは本活動全体における最大の問題点であり、この問題を解消するためにリーダー及びそれに近いメンバーは、割り当てられたタスクを抱えながら、他のメンバーのカバーに努めたが、結局解決に至らないどころか、

成果を残さないままであるにも関わらず、別のイベントに参加するメンバーが現れる始末だった。

今後もし、この活動と同様の事態が発生した場合、参加する意志のないメンバーを除いた上でどのようなシステムを開発するか、タスクをどのように割り当てるかを残ったメンバーで相談しながら進めることが最善だと考えた。無論、それにより、開発規模の縮小や1人当たりの負荷の増加など懸念点がいくつか発生するが、全体の進捗が滞り、システムそのものが開発できないことに比べれば些末なことである。

メンバー各人の都合を考慮することも重要であるが、その上でどのように方向転換し、効率的にプロジェクトを進めるべきかが今後の課題である。

5. まとめ

資金を得た上で、和歌山県のあまり知名度が高くない観光地を深掘りしたことは非常に貴重な経験となった。

当初このミッションを通じて、和歌山の魅力を伝えるためのアプリを開発・リリースするだけでなく、そこに至るまでの様々な課題をメンバーそれぞれが乗り越え総合的な開発力を高めたいと考えていた。この活動は有志を募ったものであるため、尚更それが可能であると考えていた。しかし、蓋を開ければ、何も提案を示さない、共有された成果の不足点を指摘すれば居直る、参加を放棄する、成果を出さぬまま別のイベントに注力する、どれも資金を得た上での活動とは思えない惨状となっていた。その上、これに飽き足らずポスター発表会では、ミッションの活動を放棄したり協力的でなかったりした本プロジェクトの現代表・運営メンバーの方が崇め奉られる始末で、終始おもしろくなかった。確かに、努力が必ずしも良い結果につながるわけではないが、半年以上継続的に活動に努めてきた我々の活動がおまけ扱いとなり、有志として参加したにも関わらず何も貢献しなかった代表や運営メンバーによるプロジェクトの紹介の方が注目・賞賛されていることに納得できない。これが企業側からの要望であれば、最初から我々の活動は眼中になかったということになる。

和歌山県の企業の方々からはいくつか応援の言葉を頂いたが、このプロジェクトの現状ではその気持ちに応えることは不可能であり、我々自身誠に痛恨の極みである。もう少し互いに協力したり、主体的に行動したりすれば、このような結果にはならなかったと思われる。

和歌山県における 宇宙人材育成プロジェクト

和歌山大学宇宙開発プロジェクト(WSP)



プロジェクト背景

● 日本における宇宙開発の現状

→宇宙基本計画(内閣府宇宙開発戦略本部),防衛白書(防衛省)で言及.

国家全体として宇宙開発が求められている.

● 和歌山県における宇宙開発の気運

→串本町での民間ロケット打上場整備,打上.

宇宙開発の取り組みは見られるが、県内での宇宙人材の育成環境は和歌山大学のみ.

ミッション及び実験目的

● ミッション内容

CanSatを搭載したハイブリッドロケットを設計及び作成し,秋の加太共同実験にて打ち上げ, CanSatに搭載されたセンサーによって収集されたデータの解析をミッションとして設定した.

● 実験目的(及び達成手段)

- 宇宙人材育成環境の整備
→和歌山大学内におけるロケット製作
- ロケット開発の知識・技術の共有
→新入生への技術継承を主に重視
- 調整能力や指揮判断能力の向上
→加太共同実験参加や実験現場での指揮

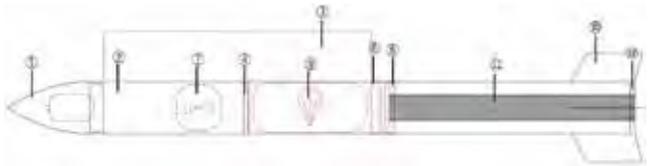
● サクセスクライテリア

- 第一段階
● GSE運用～点火の一連の流れの成功
- 第二段階
● ロケットの正常な上昇
- 第三段階
● 第2段階成功後のCanSatおよびパラシュートの放出

2024年度秋加太共同実験

設計、構想

本実験において、和歌山高専と協働で機体作成を行うことを念頭に置いて設計を行った。機体作成は和歌山大、開放機構は高専、と担当分けを行った。以下に機体の設計図を示す。



開放機構の動作

減速装置放出機構にはArduinoとDCモーターを使用。フライトピン切断(打上)から7.7秒後にモーターが回転(①)、モーターには開放用アームが固定されており、モーターが回ることによって開放用アームがシャフトを押し(②)、扉が開かれる(③)。



実験結果

- 「CanSatを搭載したハイブリッドロケットの設計及び作成」は達成.
- 打上は失敗し,CanSatに搭載されたセンサーが収集したデータの解析は行えていないため,設定したミッションの完全な達成には至らなかった.
- サクセスクライテリアでは,第一段階に設定したGSEの運用が故障により他団体に運用の委託を行ったため達成することができなかった.これにより,第二及び第三段階の達成にも失敗し,サクセスクライテリアにおいて設定した全ての段階が未達成となった.

2024年度ロケガ

概要

和歌山大と「ロケットガールズ&ボーイズ養成講座」で協働している信愛高校のサポート及び和歌山大の機体作成を実施。
2025年3月27日に打ち上げ予定。

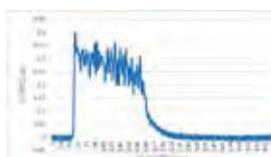
機体作成

2024年度秋加太共同実験と同様の設計を行い、ロケット打上の再挑戦を行う。前回同様に、和歌山高専との協働で機体を作成する。以下に機体の設計データを示す。



燃焼実験

ロケットエンジンの推力データ取得及び新入生へのエンジン運用講習を行うために、燃焼実験を実施した。本実験において、新入生が主体となってGSE運用～点火の流れを実施した。燃焼実験の様子、結果を以下に示す。



燃焼実験取得データ(加工済み)



燃焼実験の様子

考察・展望

秋加太共同実験は失敗したが、ロケットの設計・製作を通して技術を継承し、共同実験に参加したことでプロジェクトマネジメントの能力向上も達成できた。今後は、機体の打上を成功させることで、新しく入った人員のさらなる育成や人材獲得に力を入れていく予定である。

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：和歌山大学宇宙開発プロジェクト(WSP)

ミッション名：和歌山県における宇宙人材育成プロジェクト

ミッションメンバー：システム工学部 4年福永大地，観光学部 4年北林光，システム工学部 3年増田陽斗，
経済学部 1年栗原昂大，観光学部 1年杉山誠一

キーワード：ハイブリッドロケット，ものづくり，宇宙，チームワーク，プロジェクトマネジメント

1. 背景と目的

現代において，宇宙開発は安全保障の確保や宇宙科学の発展，新たな産業の創造など様々な課題を解決するための手段としてその必要性は日々増しており，内閣府には宇宙開発利用に関する施策を総合的かつ計画的に推進するため，宇宙開発戦略本部が設置されている。当局では宇宙基本法（平成20年法律第43号）第24条に基づいて，我が国の宇宙開発利用に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために「宇宙基本計画」が策定されており，その計画にも人類の活動領域が本格的に宇宙空間に拡大するとともに，宇宙システムが地上システムと一体となって，地球上の様々な課題の解決に貢献し，世界的により豊かな経済・社会へ変革をもたらしていることを背景に，我が国の宇宙活動の自立性を維持・強化し，世界をリードしていくことが必要だとされている。

しかし，日本の宇宙関連産業の従事者数は1995年頃のピーク時の7割弱の7000人規模にとどまっており，米国や欧州などと比較して少なく，競争力において劣る状況となっている。また，経験豊富な技術者層の高齢化が進み若手の経験不足が顕在化しており，人材の世代交代や技術継承が急務となっている。したがって，宇宙開発においては宇宙の新たな知を発見する研究活動・技術開発だけではなく，次世代人材育成のための教育活動が必要不可欠と言えるが，日本の教育機関で宇宙関連産業への従事を見据えた取り組みを行っている場所は殆ど見られないのが現状である。

そこで，和歌山県串本町田原地区に日本初の民間ロケット発射場「スペースポート紀伊」が建設され，スペースワン株式会社の小型固体燃料ロケット「カイロスロケット」が民間企業として日本初の打ち上げを目指しているなど，積極的に宇宙開発が行われている和歌山県において，唯一宇宙人材の育成環境が整えられているこの和歌山大学でロケットの製作及び打上を通じて宇宙教育を行いたいと考えた。

このミッションにおける目的は「プロジェクトを通じた宇宙人材の育成」である。そして，その目的を達成するために，3つの目標を設定した。1つ目が「宇宙人材育成環境の整備」，2つ目が「ロケット開発の知識・技術の共有」，3つ目が「プロジェクト遂行における調整能力や指揮判断能力の向上」である。

2. 活動内容

ミッションの目的として定めた「プロジェクトを通じた宇宙人材の育成」を達成する指標となる3つの目標，「宇宙人材育成環境の整備」「ロケット開発の知識・技術の共有」「プロジェクト遂行における調整能力や指揮判断能力の向上」をクリアする手段として，大きく2つの活動を行った。1つ目は2024年9月に他大学と共同で行われる秋加太共同実験へ参加したこと。2つ目は和歌山信愛高校と協力してロケットガール養成講座を行ったことである。

2.1. 秋加太共同実験

加太共同実験は和歌山県和歌山市コスモパーク加太で安全管理責任者のもと複数の大学が共同して教育的な目的で行うロケットの打ち上げ実験である。共同実験の参加者は安全管理責任者、共同実験運営、プロジェクトリーダー(PM)、その他のプロジェクトメンバーで構成される。共同実験運営は自治体や関係省(ステークホルダー)との調整能力や実験環境整備を通じた管理能力の向上、プロジェクトリーダーは運営とプロジェクトメンバーの間に立ってプロジェクトを取りまとめ方を学ぶことに加え、打上実施責任者として調整能力の向上、プロジェクトメンバーはひとつのプロジェクトにおいて自分の役割を理解し、協力して仕事を進める方法を学ぶことをそれぞれ目標として実験を行う。その中で、WSP は共同実験におけるサクセスクライテリアを

- 1.GSE の運用～点火の一連の流れの成功
- 2.ロケットの正常な上昇
- 3.第2段階成功後の CanSat およびパラシュートの放出

の3段階に設定して、主に以下の活動に取り組んだ。

- 機体の製作
- 実験に関する書類作成
- 燃焼実験
- 運営との連絡事項の共有とその他手続きなどの調整
- 共同実験の実施

2.1.1 機体の製作

機体の製作は大きく設計、加工、試験の順で行われる。設計では OpenRocket というソフトウェアを用いてノーズコーンやボディ、フィンなどの形、大きさなどを決定した。その組立図と各部品の詳細を以下に示す。

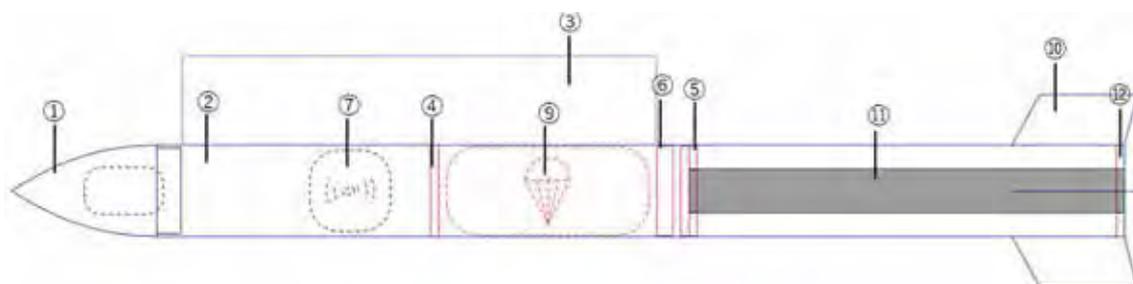


図1 機体の組立図

表1 部品詳細

No	部品名	材質	説明
1	ノーズコーン	ABS 樹脂	3D プリンターで製作
2	ボディチューブ	PVC	塩化ビニルパイプ
3	開放扉	PVC	同上
4	カプラ A	POM	ランチラグ取付
5	カプラ D	POM	エンジン推力受け
6	カプラ C	POM	パラシュート用 U 字ボルト
7	CanSat		M5Stack を搭載
8	開放機構		横扉式
9	機体用パラシュート	ナイロン	
10	フィン	ポリカーボネート	
11	エンジン		Hyper TEK I205(300/54-125-J)
12	カプラ B	POM	エンジン受け, ランチラグ取付

次に加工の工程ではできるだけ設計通りに高い精度で部品を切削し、工業用ファスナーを用いて組み合わせた。そして最後に試験を行った。試験では、ロケットの打ち上げる前の姿勢を保ち、思い通りの軌道で飛ばすためのランチャーレールに通すランチラグが引っかかりなく通るかどうかや、機体の重心や空力中心、重量などが設計とどの程度誤差があるかといった項目をチェックする。また、今回ロケットの開放機構の開閉を担う電装系は和歌山工業高等専門学校、それ以外は WSP が担当した。以上が大まかな機体製作の過程である。

2.1.2 実験に関する書類作成

実験に関する書類には、教育目的でロケットを上空に打ち上げることを和歌山県庁と関西空港に説明する上空使用実験申請書と、機体を安全に打ち上げるための審査書類があり、審査書類は大きく構造系、推進供給系、電装系、シミュレーション系に分けられる。構造系審査書では機体の諸元や各部品の強度評価など機体の構造に関する項目、推進供給系審査書では使用するエンジンの最大推力や作動時間、エンジンに燃料を充填したり点火する GSE(Ground Support Equipment)の組立手順書及び運用手順書などロケットの推進に関する項目、電装系審査書では機体に搭載するセンサやアクチュエータに関する諸元や動作などの項目、シミュレーション系審査書では打ち上げた機体が安全な範囲に落下することを計算する飛行シミュレーションや、パラシュートが開いて落下した場合の減速時落下範囲、開かずに落下した場合の弾道時落下範囲などの項目をそれぞれ記載した。

2.1.3 燃焼実験

前述した審査書類に必要となるエンジンの推力、動作時間などの項目を記載するために、大阪公立大学と共同で打ち上げに使用するエンジンと同じものを用いて実際に燃焼実験を行った。しかし、その後 GSE が故障してしまい、共同実験での打ち上げでは他団体に GSE 運用の委託を行うこととなった。

2.1.4 運営との連絡事項の共有とその他手続きなどの調整

加太共同実験に関する運営との連絡事項の共有は主に PM が行った。例として、ロケットを打ち上げるにあたって加入が必要な保険の手続きや、共同実験で用いる物品・費用の管理、共同実験参加の登録など運営・プロジェクトメンバーと協力して取りまとめた。

2.1.5 共同実験の実施

加太共同実験における大まかなプロセスは、

1. 必要な物品の運搬・設置
2. ロケットの打ち上げを支えるランチャーの組立
3. 機体の現地審査
4. GSE の組立
5. 打上・機体回収
6. 撤収

のような流れで行われる。また、実験に参加する団体には実験補助要員としての役割が割り振られる。その中でも、WSP は発射台の設営・立ち上げを行うランチャー要員と打上条件・落下位置の記録を行う記録要員として仕事をした。しかし、WSP の機体は現地審査で条件を満たさず、打ち上げることができなかった。

2.2. ロケットガール養成講座

ロケットガール養成講座はハイブリッドロケットの設計・製作からその打ち上げに至るまでをすべて信愛高校生自身の手で実現する教育プログラムである。WSP は高校生がロケット製作・打上という高度で複雑なプロジェクトを達成するためにはどうすればよいか、生徒自身が問題点を発見し、仲間と協力して解決するための補助を行った。基本的な機体製作から打上までの流れは大学生と同様なので、ロケットの各部品の役割や作り方、審査書の書き方などを教えながら高校生たち自身でそれらに取り組んだ。また、班を取りまとめる PM や GSE 運用を行う燃焼班も自分たちで決め、プロジェクトを進めた。そして、2025 年 3 月の春加太共同実験では高校生が自ら製作した 2 機の機体を GSE の組立から運用まで行ったうえで、無事に打ち上げることに成功した。



図2, 図3 2024年9月の秋加太共同実験の様子(左)と2025年3月の春加太共同実験での打上
(右)

3. 活動の成果や学んだこと

2024年9月の秋加太共同実験では現地審査を通過しなかったため、設定したサクセスクライテリアは未達成となった。しかし、WSP内のロケット製作・打上経験者から技術を継承し、新入生が主体となってロケットの製作、審査書作成、運営との調整、共同実験での指揮などを行うことができた。また、ロケットガール養成講座では技術継承した新入生が信愛高校生に学んだことを教えながら補助することで、自らの知識と教育力をより深めるとともに、和歌山県内の宇宙人材育成に繋がる一歩となった。したがって、「宇宙人材育成環境の整備」「ロケット開発の知識・技術の共有」「プロジェクト遂行における調整能力や指揮判断能力の向上」という3つの目標はクリアでき、ミッションの目的である「プロジェクトを通じた宇宙人材の育成」を達成したと考えられる。

4. 今後の展開

ミッションの目標と目的は達成できたが、WSPの機体の打ち上げは失敗してしまった。これに対して、今後は原因を特定し、部品形状や加工方法の改善を行っていく予定である。また、宇宙人材の育成はこれからも取り組み続けるべき課題であるため、人材獲得や新しく入った人員の育成にさらに力を入れていきたいと考えている。

5. まとめ

WSPはロケットの製作・打上を通して将来宇宙関連産業で活躍できる人材を育てる環境を作ること为目标としています。メンバーの全員がその道に進むことを目指している団体ではありません。むしろ、宇宙に関係無く企業で働く、あるいはチームで何かを成し遂げる際に必要となる重要なスキルを身につけることができる場所だと思います。例えば、ロケットを打ち上げるには機体の製作や審査書の作成を含めて非常に多くのタスクがあります。これを漏れなくこなすには役割分担が不可欠です。さらに、途中で新たなタスクが発生することや、何らかの理由であるメンバーがタスクを完了できないことも十分考えられます。そのような場合には、そもそも今何をすべきかという現状のタスクの洗い出しから、仲間と話し合っ解決策を考える力、適切な量のタスクの配分と適切な期限を設定することなど社会で欠かせない様々な能力が求められます。このように、WSPではメンバー全員でひとつのプロジェクトを遂行する体験ができるからこそ、学べることが多くあります。

参考

内閣府 宇宙政策

<https://www8.cao.go.jp/space/index.html>,(2025-04-01)

研究背景



他国の言語を学習する際、発音・文字形・文法などの様々な障壁に直面する。このような様々な障壁のなかに、単語とイメージの不一致がある。

具体的には日本の‘畑’とアメリカの‘畑’では作物・気候などが異なるため、畑とfieldを全く同一の単語とみなすことは難しい。そのうえ、想起したイメージの違いにより文章の受け取り方に違いが生じてしまうのではないかと考えた。

そこで、脳波から想起しているイメージがネイティブのイメージと乖離していないかを監視し、異なっている場合は画像を提示することに効果的に学習できると考えた。

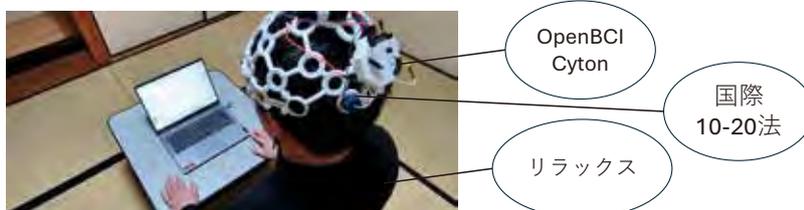
研究手順



成人男性4人に、周りに電子機器がない、静かで快適な部屋で脳波の測定を行った。先行研究を参考にし、特定の単語(あお・いちご・おれんじ)を想起させた。また、画像に対応する特定の単語も想起させた。画面表示後は白色画面とした。

測定したEEGデータをPythonのmneライブラリを用いて読み込み、独立成分分析・ノッチフィルタ・バンドパスフィルタを用いてノイズの除去を行った。その後、各波形を平均値0、標準偏差1となるように標準化する。ただし、この操作は加算平均による各データの影響の均一化を目的としたもので、少ない加算平均時に有効である。

このようにして得られた各波形にナンバリングを行い、SVMモデルを用いてトレーニングを行い、テストデータとして波形を12個用いて精度を評価した。



結果・反省点

- ・ 正答率が91.67%と、とても高い精度で何を想起しているのかを判別できている
- ・ 海外の方の脳波を用いた実験ができていない
- ・ 実験で用いたデータ数が少ない
- ・ 支援システムとして機能していない



将来展望

- ・ 言語習得のプロセスが効率化される
- ・ 言語学に脳科学からアプローチできるようになる
- ・ 他の技術と組み合わせると、身体に障害がある方に対しても言語習得が可能になる

次の段階

海外の方に協力を仰ぎ、本格的に言語学習を効率化するための適切なフィードバックを探る！！

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：脳情報総合研究プロジェクト

ミッション名：脳波と AI による言語学習支援

ミッションメンバー：システム工学部 4 年李ヒョンギョン, システム工学部 2 年三谷陸人, システム工学部 2 年坂田樹紀

キーワード：脳波・AI・BCI・学習支援

1. 背景と目的

脳波を用いて認知活動を推定する研究において、書く、読む、聞く、想起する、話すといった異なる認知活動は、それぞれ独自の脳波パターンを生み出すことが知られている。従来の研究は、対象を特定の認知活動に限定するものが多い。しかし、これらの異なる認知活動すべてに焦点を当て、分析を行うことにより、発音や文字形、文法などの様々な障壁に直面する言語学習初学者の、言語学習支援につなげられと考えられる。

例えば、フレーズを読むときに発音のみが分からないのか、それとも文字形と発音が統合されていないのかが分からないことがある。その他にも、日本の畑とアメリカの field(畑)では作物や気候などが異なるために、畑と field を全く同一の単語とみなすことは難しい。そのため、学習の障害となっている具体的な点を明確にするためには、特定の分野だけではなく異なる認知活動すべてに焦点を当て、分析する必要がある。

異なる認知活動の脳波を分析して得られたデータを統合し、それを活用する AI システムを開発することで、学習者がどの部分でつまづいているのかをリアルタイムに特定し、より効果的な学習へと導くことが可能になると考えられる。また、個々のニーズに合わせ、カスタマイズされた学習プランを提案することも可能となる。そこで本ミッションでは、そのようなシステムの基礎となる、文字と画像の想起からどの文字や画像を想起しているのかを判断するシステムを開発することを目的とする。

2. 活動内容

前述の目的を実現するために、成人男性 4 人に対し、周りに電子機器がない、静かで快適な部屋で脳波の測定を行った（図 1）。脳波の測定には OpenBCI Cyton 集録ボード 8ch を使用し、10-20 法にのっとり、Fp1, Fp2, O1, O2 の 4 か所の脳波を測定した（図 2）。Fp は「前頭極(Front polar)」の略で、解剖学的部位では前部前頭葉に当たる脳波を測定することができる。また、O は「Occipital」の略で、解剖学的部位では視覚野に当たる脳波を測定することができる。これらの部位は文字や画像の想起と深く関係があることが先行研究からわかっている^{[1][2]}。



図 1 実験の様子

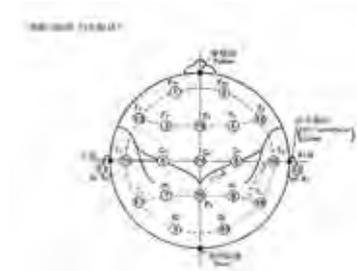


図 2 国際 10-20 法

先行研究^[3]を参考にし、マルが表示されている間、特定の単語（あお・いちご・おれんじ）を想起させた。マルの数に対応する単語を想起させるように指示し、マルを1秒間表示されたあと6秒間白色画面を表示させた。また、これらの単語に対応する画像も想起させた。画像も1秒間表示させた後、6秒間白色画面を表示させた（図3）。

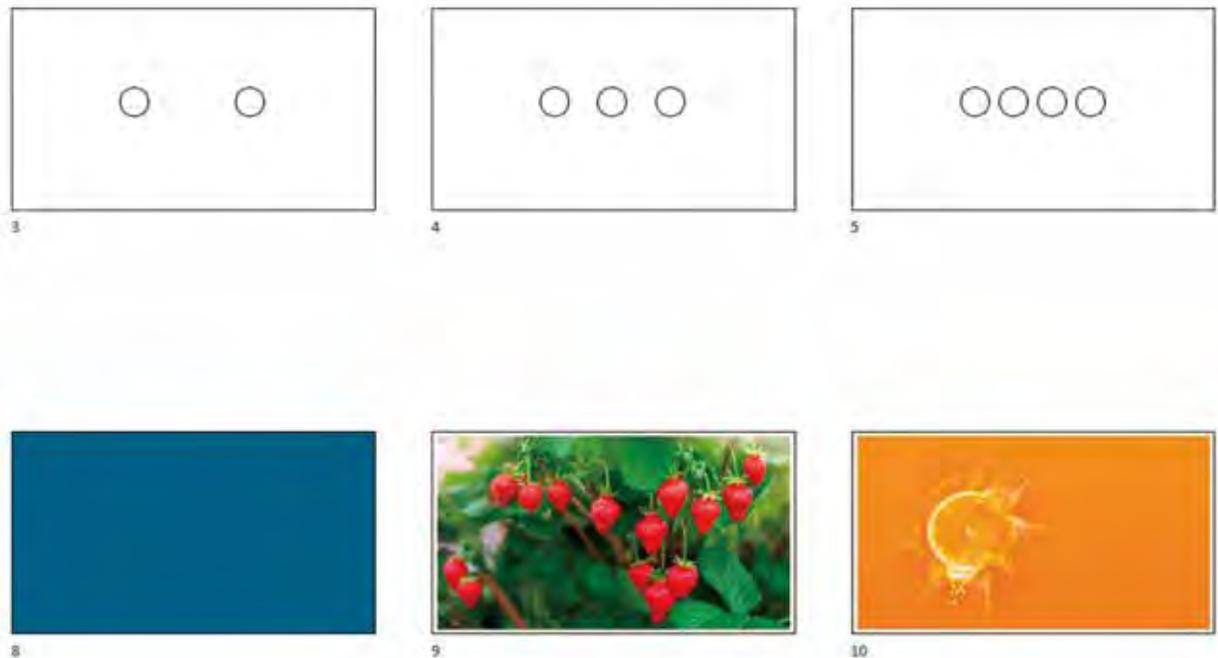


図3 提示した画像

測定した脳波データを Python の mne ライブラリを用いて読み込み、ノッチフィルタやバンドパスフィルタを用いてノイズの除去を行った。その後、各波形を平均値0，標準偏差1になるように標準化し、加算平均を行った。このようにして得られた各波形にナンバリングを行い、SVM モデルを用いてトレーニングを行った。テストデータとして、ノッチフィルタとバンドパスフィルタを用いてノイズの除去を行った生のデータを、7つ加算平均した後の波形を12個用いた場合と、ノッチフィルタとバンドパスフィルタを用いてノイズの除去を行った生のデータを84個用いた場合の精度を評価した。

3. 活動の成果や学んだこと

加算平均後の脳波をテストデータとした際の正答率は91.67%、生の脳波をテストデータとした際の正答率は52.38%であった。生の脳波データを用いた場合正答率が低下しているのは、ノイズが関係していると考えられる。少ないデータの場合、標準化して加算平均するとノイズの除去を行ったものと同じような脳波が得られるが、これを用いたときの正答率が9割を超えていることから、ノイズを適切に除去することができれば、高精度の判別が可能になると考えられる。

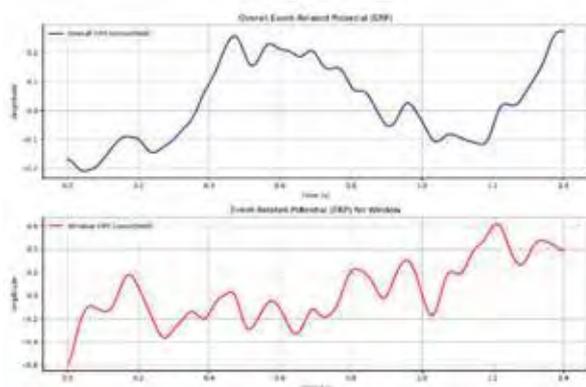


図4 ノイズが入ってしまったERP(赤)

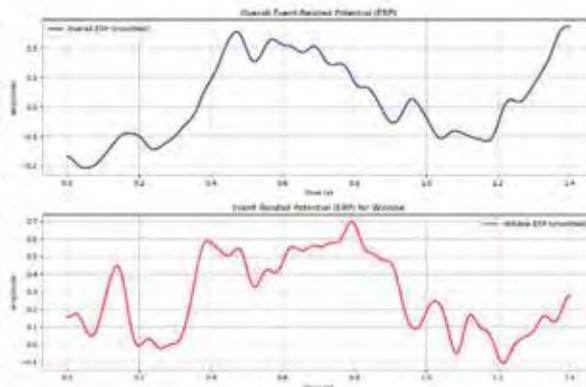


図5 ノイズの少ないERP(赤)

そのためには、まばたきと心拍による主なノイズの除去を行う必要があると考えた。心電と眼電のデータを取り、独立成分分析を行うことによりノイズを除去できれば、この問題は解決できるのではないかと考える。

ポスターセッションでは、「これらの技術は未熟ではあるが、少し発展させれば医療現場でも利用できる可能性がある」との意見も得られた。単語を判別する場合の正答率は低いが、1文字のみを想起したときの脳波を用いて高精度な判別を行うことができれば、言語障害を持っている方でもBCIを用いれば会話ができる可能性があり、社会貢献につながると考えられる。ミッションの直接的な発展とは異なるが、本ミッションを通じて私たちは主体的に学びに行く姿勢を身につけられたと感じる。脳波について知見がなかったため、他校で脳波について研究している方とつながりに行ったり、現役で脳波を研究している研究者にもお話を伺いに行ったりする機会があった。それを通じて、知らない分野だからこのようなことを聞くのは恥ずべきことではないのか、このようなミッションは幼稚なものではないのか、と考えるのではなく思ったら行動することが大切であると感じた。

4. 今後の展開

本ミッションをより発展させるには、ノイズの除去が大切であると分かった。心電を測る機械は脳情報総合研究プロジェクトにあるため、眼電を測る機械があれば本ミッションはより発展すると考えられる。言語学習支援を行うにはリアルタイムでの処理が必要になるので、本ミッションの成果物をリアルタイム処理に対応させる必要もあると考えられる。

また、何を想起しているかを推定するAIシステムを開発する際、単語はビッグデータを作成すればよいと考えられるが、イメージは人により異なるため、特徴的な部分を抽出するシステムの開発を行うことが次の大きな課題であると考えられる。

5. まとめ

本ミッションでは、異なる認知活動（読む、書く、聞く、想起する、話す）がそれぞれ独自の脳波パターンを生み出すことに着目し、それらを統合的に分析することで、言語学習者の学習障害となっている部分を特定し、言語学習支援を行うシステムの基礎を構築することを目的とした。

特に、発音や文字形が統合されていない場合や、文化的背景の違いから単語の理解が難しい場合に対応するため、複数の認知活動を対象とする総合的な分析を試みた。最終的には、リアルタイムで学習者の障害となっている部分を特定し、効果的な学習を支援する AI システムの開発を目標としている。

本ミッションでは、成人男性 4 名に対し、静かなで快適な環境で脳波を測定した。測定には OpenBCI Cyton 集録ボード 8ch を使用し、Fp1, Fp2, O1, O2 の 4 つの部位から脳波を取得した。これらの部位は、文字や画像の想起と関係が深いことが先行研究から示されている。実験では、特定の単語やそれに対応する画像を想起させ、その際の脳波から何を想起しているかを推定した。測定したデータは Python の mne ライブラリを用いてノイズ除去を行い、加算平均後のデータを SVM モデルで解析した結果、加算平均を用いた場合の正答率は 91.67%、生データを使用した場合は 52.38%であった。この差は主にノイズの影響によるものと考えられる。

成果として、ノイズを適切に除去すれば高精度な判別が可能であり、特にまばたきや心拍に由来するノイズの除去が重要であると判明した。独立成分分析を用いることで、これらのノイズを効果的に除去できる可能性があるため、今後はこれらのノイズを除去することにより正答率が高くなることを調べる必要があることがわかった。

また将来展望として、この技術を医療現場で活用し、障害者が BCI を通じてコミュニケーションを行える可能性がある。一方で、リアルタイムでの脳波データ処理を可能にするシステムの開発や、想起したイメージの個人差を補正する手法の模索、発見、確立が今後の課題とされる。

さらに、本ミッションを通じて、異分野・同分野の研究者との交流や自主的な学びの重要性を体感した。主体的に行動し、新しい知見を得る姿勢が、研究や個人の成長において重要であることを再認識した。この研究は未熟な部分も多いが、発展すれば医療や教育分野への社会的貢献につながる可能性があり、さらなる進化が期待される。

[1] 山口修平. (2007, September 30). *Frontal Lobe and Memory —A Review from Neurological Standpoint—*. 高次脳機能研究 第 27 巻第 3 号.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/hbfr/27/3/27_3_222/_pdf

[2] 張トウ, 境田英昭, 河野貴美子, 幹男山本, & 町好雄. (2000, August 26). *視覚的イメージ想起時の脳活動に関する一研究 (An Experiment on Cerebral Activity during Visual Imagery)*.

International Society of Life Information Science (ISLIS).

https://www.jstage.jst.go.jp/article/islis/18/2/18_KJ00001512880/_pdf/-char/ja

[3] 船田眞里子, & 二宮理憲. (n.d.). *Typical EEGs and Estimation of Visualized Characters under the Task of Visualizing Characters*. J-STAGE.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jje1965/40/Supplement/40_Supplement_514/_pdf/-char/ja

ロボットプロジェクト 多脚ロボットの基礎学習

概要：

多脚ロボットとは、昆虫や犬のように4本以上の脚を用いて移動するロボットのことであり、多脚ロボットは脚で移動するため車輪で移動するロボットより凹凸のある地面で安定した移動ができる。また、昆虫やヤモリなどの壁面の移動が可能な生物の多くは脚を用いていることから、多脚ロボットも壁面を移動出来る可能性があると考えられる。

背景と目的：

私は既存のロボットでは、行えていない昆虫やヤモリのように自在に壁面を移動できる多脚ロボットを製作し、洞窟内や樹上に生息する生物を観察することを目標としている。この目標のために、多脚ロボットの歩行方法及びロボットについての基礎学習を行うことが本スタートアップミッションの目的だ。

活動内容：

1. 市販のロボットを組み立てながら多脚ロボットの構造を理解する。本ミッションで用いた機体は、Freenove社の六脚ロボットであるHEXAPODと四脚ロボットであるQUADORUPODの二機である。どちらも脚の一本にサーボモータが3つ付いており、3.7Vの18650充電電池を二本使う。



HEXAPOD上方からの写真



QUADORUPOD上方からの写真

2. 6本脚と4本脚の歩行方法についてそれぞれ学習する。

4本脚の歩行方法には、基本的に「後方交叉型」と「前方交叉型」の二種がある。

後方交叉型は左後→左前→右後→右前→左前→・・・の順番で着地する。イヌやウマなどのほとんどの四足哺乳類がこの歩行方法である。



後方交叉型の着地順

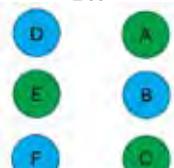
前方交叉型は左前→左後→右前→右後→左後→・・・

の順で着地する。サルのような後方に重心が傾いている動物に見られる歩行方法である。



前方交叉型の着地順

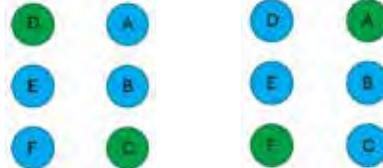
次に、6本脚での歩行方法には、主に三脚歩行と二脚歩行の二種がある。三脚歩行は昆虫などの6本脚の動物が行う歩行方法で、常に3本以上の脚が接地している。片側が二本、もう片方が一本で体を支えて移動するのが特徴である。BDFを上げ前に出して→ACEを上げ前に出して接地→・・・を繰り返す。



三脚歩行の脚の配置

二脚歩行は一度に二本の脚しか接地させない歩き方である。

この歩き方は、ABEFを上げて前に出して接地→BCDFを上げ前に出して接地→・・・を繰り返す。



二脚歩行の着地順1

二脚歩行の着地順2

三脚歩行と二脚歩行を比べると、平地では二脚歩行の方が速く移動できる。しかし、昆虫のように、天井や壁面を移動するには三脚歩行の方が安定し有利となる。

3. ロボットに付属していたプログラムを学習する。使用した両ロボットは、Arduino IEDとProcessing IEDでプログラムを行えるが、今回はArduino IEDを用いた。6脚ロボットの方はXY軸を用いて移動方向の指定、脚を動かす速さ、体勢を制御することができる。一方、4脚ロボットは前後左右の移動と体勢の制御が行える。
4. 6脚ロボットと4脚ロボットの比較を行う。
6脚ロボットは三脚歩行、4脚ロボットは後方交叉型で歩行する。比較して分かったことは、6脚の三脚歩行は常に3本の脚が接地しているため、姿勢が安定しているのに対し、4脚は対角線上の脚が伸びているとき不安定な姿勢になることが分かった。



不安定な姿勢の四脚ロボット

振り返りと反省：

本スタートアップミッションでは、ロボットの構造と歩行に関する基礎学習は計画通り進められた。しかし、歩行制御に関しては計画通りとは言えなかった。その要因として、既存のロボットと付属プログラム、独自ライブラリを使用したため、ライブラリの制約内ではプログラムを作成できなかったことが挙げられる。また、このライブラリを用いたプログラムでは、一歩の大きさや速度の制御は可能だったものの、サーボモータ単体の制御や脚を踏み出す順番の調整はできなかった。結果として、歩行の細かな制御や異なる歩行方法の比較を実機で行うことができなかった。次回は、Arduino IDEの操作とライブラリの仕組みを学び、より詳細な歩行制御に取り組みたい。

今後の課題：

壁面移動という最終目標に向けた今後の課題は三つ挙げられる。一つ目は、前述の通り歩行における細かな脚の動きの制御を行い実機を用いて歩行方法の比較・検証を行うことだ。この課題の解決には、プログラムとプログラムソフトについてのより詳しい学習と運動学の学習が必要である。二つ目は、多脚ロボットが壁面を移動するために不足している要素を特定する必要がある。そのためには、壁面移動を行う動物の身体構造や動作パターンを詳細に観察し、その特徴を分析することが有効だと考えられる。三つ目は、二つ目で特定した要素を組み込んだロボットを設計・製作することだ。これには、より高度なロボット工学や材料工学の知識が必要となるだろう。

まとめ：

本スタートアップミッションで初めてロボットの組み立て、モータの初期設定、プログラムの動作確認と関数の理解、それを応用して自分でプログラムを組むという作業を体験した。この過程で、自分の計画性の甘さや事前情報の不足を痛感した。今後、計画を立て検証や実験、学習を行う際には事前に念入りの情報収集を行い、集めた情報を基に計画を立てるということを中心に行いたいと思う。

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024 年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：ロボットプロジェクト

ミッション名：多脚ロボットの構造及び制御の基礎学習

ミッションメンバー：システム工学部 1 年磯田圭

キーワード：多脚ロボット，基礎学習，プログラミング，歩行，Arduino

1. 背景と目的

私は、幼い頃から昆虫への興味が強かった。なぜなら、昆虫には約 100 万種が存在し、地球上のほとんどの場所に生息しているからだ。昆虫が地球上でこれだけ繁栄出来ている理由の一つに、垂直移動と飛行能力が大きく関わっている。現在、人間はドローンなどの飛行能力を持つ実用化されているロボットは開発されているが、昆虫のように多様な壁面で移動できる実用化されたロボットは存在していない。もしこのようなロボットが実現すれば、橋梁や水道管内部などの人間にとって危険な環境での作業や、洞窟や惑星のような極限環境での探査に大きく貢献できるだろう。

そこで私は、壁面を移動できる昆虫やヤモリなどの脚移動の生物に着想を得て、環境を問わず壁面移動が可能な多脚ロボットの開発を目指している。しかし、その実現には幅広い基礎知識が必要で、現在の自分はその知識を持っていない。

そこで本スタートアップミッションでは、多脚ロボットの開発に必要な基礎的な知識を学習することを目的とする。具体的な目標としては、ロボットの構成要素である「センサー、知能・制御系、駆動系」のうち、知能・制御系と駆動系の基礎を学ぶことに加え、6 脚および 4 脚の歩行方法の理解、市販ロボットの制御を習得することである。

2. 活動内容

2.1 ロボットの組み立て

市販のロボットの組み立てと、それにともなったロボットの構造についての学習を行った。本スタートアップミッションでは、Processing IED と Arduino IED で制御が行える Freenove 社の六脚ロボットの HEXAPOD と四脚ロボットの QUADRUPOD を用いた。両機とも骨格はアクリル板で、「Crawling Robot Controller」という Freenove 社の制御盤を使っている。また、アクチュエータはサーボモータであり、脚 1 本につき 3 個付いている。HEXAPOD にはサーボモータ 18 個、



図 1 Crawling Robot Controller 実物

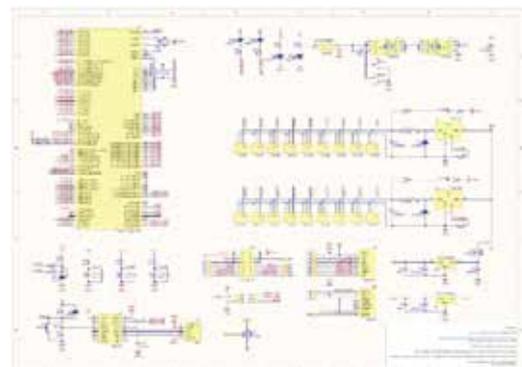


図 2 Crawling Robot Controller の回路

参照：FNM0019B_Freenove Crawling Robot Controller V3.1_Schematic.pdf,FNK0031
Freenove Hexapod Robot Kit, Freenove, <https://freenove.com/tutorial>



図 3 HEXAPOD の脚の側面



図 4 HEXAPOD の脚の上面



図 5 HEXAPOD



図 6 QUADRUPOD

QUADRUPOD にはサーボモータ 12 個が用いられている。図 1~6 に制御盤，ロボットの脚，ロボットの全体を示す。

どちらの機体も脚の構造は同様で，サーボモータは付け根に付いているものが水平方向に，残りの二つは垂直方向に動く。センサーはサーボモータに付属しているエンコーダーのみである。組み立て後に，脚の位置を調整するために付属の用紙を用いてキャリブレーションを行った。キャリブレーションには Processing IED を使った。

2.2 付属のプログラムの解析

2 機のロボットには，それぞれ Freenove 社が作成した専用ライブラリがあり，Processing IDE と Arduino IDE に対応している。今回は Arduino IDE を用いて制御を行った。まず，ライブラリに含まれるスケッチのサンプルコードを解析する。HEXAPOD では，図 7 に示す「Action」

スケッチ例の名前	使われている関数	内容
Action	<code>robot.SetActionGroup(int group);</code>	同時に動かす脚の本数を3本から1本まで変更できる機能の例
CrawlAdvanced	<code>robot.Crawl(x, y, angle);</code>	一歩ごとの進行方向,歩幅,およびロボットの向きを制御する方法の例
Speed	<code>robot.SetActionSpeed(speed);</code>	ロボットの動作速度を調整する方法の例

図 7 HEXAPOD のスケッチ例の内容

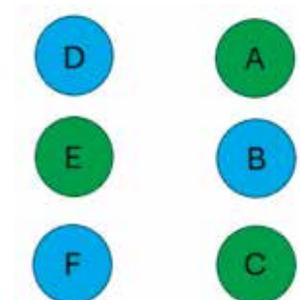


図 8 脚の配置

3. 活動の成果や学んだこと

市販のロボットを組み立てることで、サーボモータを用いた多脚ロボットの構造を理解し、既存のプログラムを応用してロボットを制御することができた。また、サーボモータの仕組みや、制御盤に必要な要素についての知識も習得した。

また、動作比較により HEXAPOD は体の向きを変えずに左右斜め方向へ移動できるが、QUADRUPED では左右斜めに動くためには体の向きを変えて前進・後退する必要があることが分かった。この原因は、脚の本数や機体の構造ではなく、プログラムの違いによるものと考えられる。

4. 今後の展開

本スタートアップミッションでは、Freenove 社が提供するライブラリをそのまま使用した。そのため、決められた歩行パターンの一步単位でしか制御できず、歩き方の比較や、四脚ロボットと六脚ロボットの条件を揃えたうえでの歩行比較ができなかった。

脚の動作順序や、サーボモータを一つずつ細かく制御するためには、ライブラリを自ら改良できるようになる必要がある。そのためには、プログラムソフトやコードの理解を深める学習に加え、脚の動作を設計できるよう運動学についても学ぶ必要がある。

また、多脚ロボットの壁面移動を可能にするという最終目標を達成するためには、現状のロボットに何が不足しているのかを明確にする必要がある。そのため、壁面を移動できる昆虫やヤモリの歩行メカニズムや体の構造を調査し、現在のロボットに足りない要素を把握するとともに、それらをどのように取り入れるかを検討したいと考えている。

5. まとめ

本スタートアップミッションでは、市販の多脚ロボットを使用し、多脚ロボットの構造や制御の仕組み、ロボットに関する基礎知識を習得することを目的として取り組んだ。

この活動を通じて、ロボットの組み立てやプログラムの動作・関数の理解、さらには理解したプログラムを応用して自分でコードを組むことを初めて経験した。そのため、慣れない作業も多く、多くの失敗を重ねた。例えば、サーボモータの初期値設定を誤ったまま組み立てたことで、作業の多くをやり直す必要が生じたり、パーツの向きを間違えたにもかかわらず正しいと思い込んで組み立てたため、後から修正することになったりと、失敗による時間のロスが発生した。

また、ロボットに関する知識がない状態で計画を立てたため、実行中や実行後に計画の甘さを痛感した。実際に作業を進める中で初めて気づいた課題もあったが、事前に注意を払えば防げたものも多かった。この経験を通じて、計画を立てる前段階として十分な情報収集が重要であることを学んだ。今後は、クリエのミッションに限らず、何か計画を立てる際には事前に関連情報を収集し、想定される失敗要因をあらかじめ考慮した上で計画を立てることを意識していきたい。

ROBOT PROJECT

筋電位センサーによるサーボモータの制御

(目的)

ひじの屈伸に合わせてモーターを制御することを通して、ロボットの基礎を学ぶこと。

(ロボットの基本)

センサー

コンピュータ

動力(モータ)



ロボットの基本的な構成要素にはセンサー（五感）、コンピュータ（脳）、動力（筋肉）、構成部品（骨、関節、皮膚）があり、センサーで情報を取得し、取得した情報をコンピュータで処理し、処理した情報をもとに動力を駆動することで、構成部品を動かし、様々な動きや機能を実現する。

(主な構成要素)

MYOWARE 2.0 Muscle Sensor (センサー)



筋肉の収縮によって発生した筋繊維間の電位を取得し、アナログ信号として出力

ARDUINO UNO R4 MINIMA (コンピュータ)



筋電位センサーによって取得したアナログ信号の値をもとにどのようにモータを制御するかコードを書き込む

DS3218サーボモーター (動力)



回転角を制御できるモーター

(実施内容)

- ①ロボット作りの基礎を勉強
- ②構成要素の使い方や許容電圧の調査
- ③筋電位センサーの信号をARDUINO IDEのシリアルプロッタ・モニターで視覚化し確認
- ④サーボモータをプログラムで直接制御
- ⑤閾値制御

(閾値制御)

[回路]



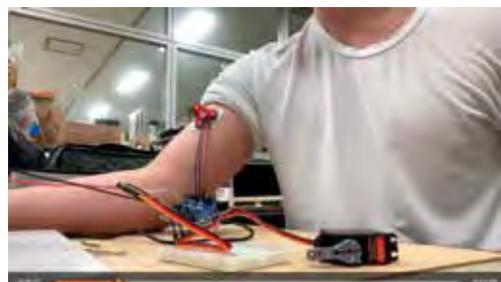
<回路の概要>

・ MYOWARE 2.0 Muscle Sensor

[ENV] -> [A0], [VIN] <- [5V], [GND] -> [GND]

・ DS3218サーボモーター

[GND(黒)] -> [外部電源の負極とARDUINO UNO R4 MINIMAのGND],
[VIN(赤)] <- [外部電源の正極(6.8V, 2.0A)],
[黄] <- [9]



[コード]

```
1 #include <Servo.h>
2 #include <Arduino.h>
3 #include <Servo.h>
4 #include <Servo.h>
5 #include <Servo.h>
6 #include <Servo.h>
7 #include <Servo.h>
8 #include <Servo.h>
9 #include <Servo.h>
10 #include <Servo.h>
11 #include <Servo.h>
12 #include <Servo.h>
13 #include <Servo.h>
14 #include <Servo.h>
15 #include <Servo.h>
16 #include <Servo.h>
17 #include <Servo.h>
18 #include <Servo.h>
19 #include <Servo.h>
20 #include <Servo.h>
21 #include <Servo.h>
22 #include <Servo.h>
23 #include <Servo.h>
24 #include <Servo.h>
25 #include <Servo.h>
26 #include <Servo.h>
27 #include <Servo.h>
28 #include <Servo.h>
29 #include <Servo.h>
30 #include <Servo.h>
31 #include <Servo.h>
32 #include <Servo.h>
33 #include <Servo.h>
34 #include <Servo.h>
35 #include <Servo.h>
36 #include <Servo.h>
37 #include <Servo.h>
38 #include <Servo.h>
39 #include <Servo.h>
40 #include <Servo.h>
41 #include <Servo.h>
42 #include <Servo.h>
43 #include <Servo.h>
44 #include <Servo.h>
45 #include <Servo.h>
46 #include <Servo.h>
47 #include <Servo.h>
48 #include <Servo.h>
49 #include <Servo.h>
50 #include <Servo.h>
51 #include <Servo.h>
52 #include <Servo.h>
53 #include <Servo.h>
54 #include <Servo.h>
55 #include <Servo.h>
56 #include <Servo.h>
57 #include <Servo.h>
58 #include <Servo.h>
59 #include <Servo.h>
60 #include <Servo.h>
61 #include <Servo.h>
62 #include <Servo.h>
63 #include <Servo.h>
64 #include <Servo.h>
65 #include <Servo.h>
66 #include <Servo.h>
67 #include <Servo.h>
68 #include <Servo.h>
69 #include <Servo.h>
70 #include <Servo.h>
71 #include <Servo.h>
72 #include <Servo.h>
73 #include <Servo.h>
74 #include <Servo.h>
75 #include <Servo.h>
76 #include <Servo.h>
77 #include <Servo.h>
78 #include <Servo.h>
79 #include <Servo.h>
80 #include <Servo.h>
81 #include <Servo.h>
82 #include <Servo.h>
83 #include <Servo.h>
84 #include <Servo.h>
85 #include <Servo.h>
86 #include <Servo.h>
87 #include <Servo.h>
88 #include <Servo.h>
89 #include <Servo.h>
90 #include <Servo.h>
91 #include <Servo.h>
92 #include <Servo.h>
93 #include <Servo.h>
94 #include <Servo.h>
95 #include <Servo.h>
96 #include <Servo.h>
97 #include <Servo.h>
98 #include <Servo.h>
99 #include <Servo.h>
100 #include <Servo.h>
```

<コードの説明>

1行目.

Servo.h ライブラリをインクルード

3~5行目.

定数の定義, 使用ピンの定義

※実施内容③で取得した信号データの値の変動が激しかったので、移動平均フィルターを実装した。
移動平均フィルターとは、直近 n 個のデータの平均値を現在の出力データにすることで、出力データの変動を滑らかにする手法である。

7~12行目.

Servo servo; : サーボモーターの制御オブジェクトを作成(オブジェクトとはデータとそのデータを操作するための関数をひとまとめにしたもの)

numSamples (10): 移動平均フィルタのサンプル数

readings[numSamples]: 取得したセンサー値を保存する配列

readIndex: 配列の現在のインデックス

total: 移動平均を求めるための合計値

average: 計算した平均値(移動平均フィルターを施したデータ)

27~34行目.

移動平均フィルタの実装

43~50行目.

信号の値が500を超えると90°C回転するという条件分岐の文

(今後の展望)

今回の活動を通してロボット作りの概要を学習できたので、その知識を応用してより複雑な機械工作をする。

ロボットの構成部品はCADなどの設計ソフトを用いて設計することが分かったので、CADの操作を練習する。

どの体の部位か未定だが体の動きと同期して動くロボットを作りたいと思う。

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：ロボットプロジェクト

ミッション名：筋電位センサーによるモーターの制御

ミッションメンバー：システム工学部2年上野穰守吾

キーワード：ロボット、パワードアーム、筋電位センサー、サーボモーター、プログラミング、人体同期、Arduino

1. 背景と目的

ロボットについてハンズオンで学ぼうと思い、2年生の時にロボットプロジェクトに入会し、なにかミッションに取り組もうと思いました。

私は子供のころにアイアンマンという映画を見た時からアイアンマンのような人を助けられるようなロボットを作りたいという夢を持っていました。最近、自分の知見が増えるにつれ、アイアンマンはパワードスーツであるということ、現実世界でもパワードスーツがリハビリや災害対応などの分野で人の役に立っており、パワードスーツの技術がいろいろな場面で活用されていることを知り、簡単にパワードスーツを学ぼうということで今回のミッションを掲げました。

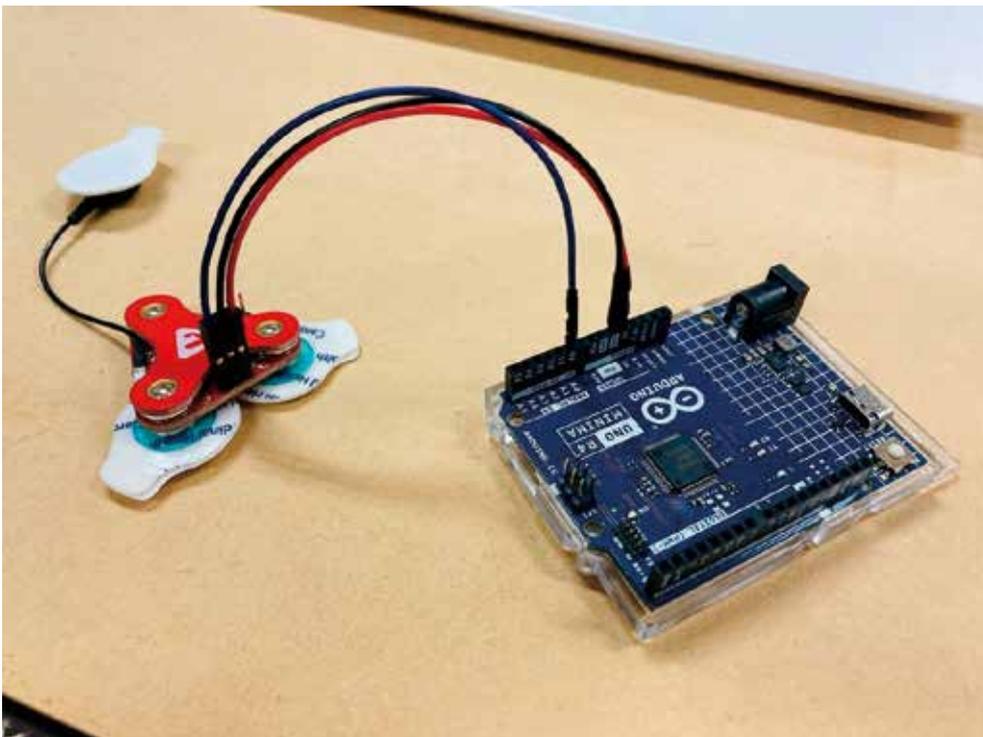
今回のミッションの目的はひじの屈伸運動に合わせてサーボモーターを制御することを目標に、ロボットの基本について学ぶことです。

2. 活動内容

1. ロボットの基本について調査

ロボットの基本的な構成要素にはセンサー、コンピュータ、動力(モーター)、構成部品の4種類があり、センサーで情報を取得し、取得した情報をコンピュータで処理し、処理した情報をもとに動力(モーター)を駆動することで、構成部品を動かし、様々な動きや機能を実現するのがロボットであることが分かりました。

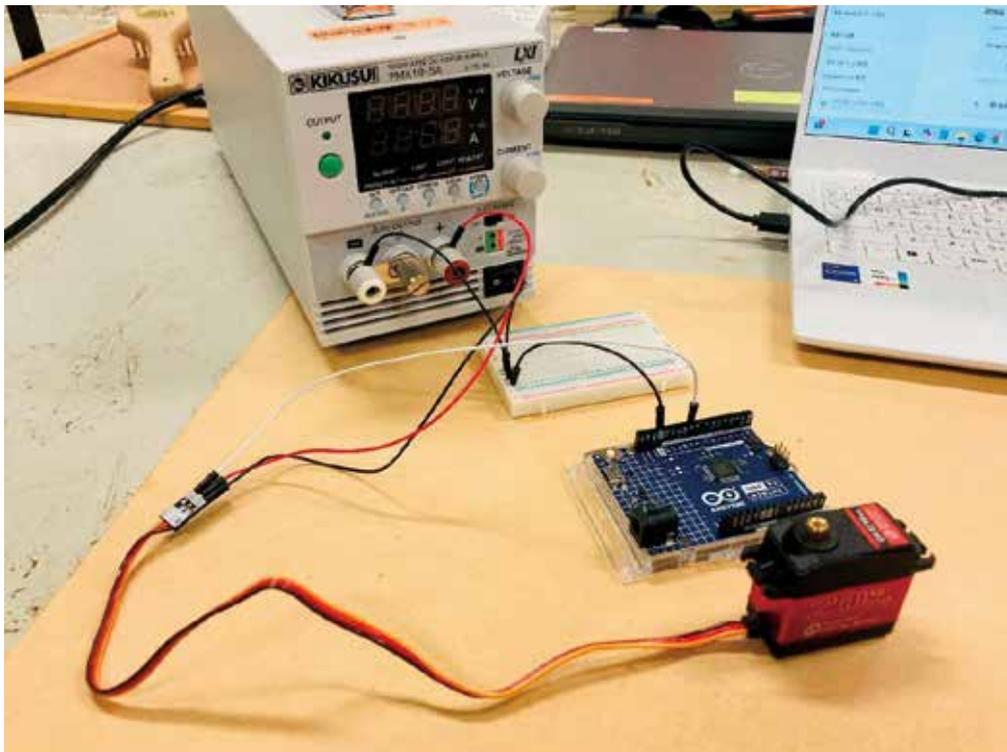
2. 筋電位センサーからの信号の取得 (回路)



(コード)

```
24 // 初期値をアナログ値に設定
25 int sensorValue = 0;
26 // 上限
27 int up = 1000;
28 // 下限
29 int down = 0;
30 void setup()
31 {
32   pinMode(A0, INPUT);
33   Serial.begin(300);
34   while (!Serial); // optionally wait for serial terminal to open
35   Serial.println("My name: Example_01_analogRead_SINGLE");
36 }
37
38 void loop()
39 {
40   int sensorValue = analogRead(A0); // read the input on analog pin A0
41
42   Serial.println(sensorValue); // print out the value you read
43
44   // 上限に達したら停止
45   Serial.print(",");
46   Serial.print(up);
47   // 下限に達したら停止
48   Serial.print(",");
49   Serial.print(down);
50   // 遅延
51   Serial.println("");
52
53   delay(100); // to avoid overloading the serial terminal
54 }
55
56
```

3. サーボモーターをプログラムで直接制御
(回路)



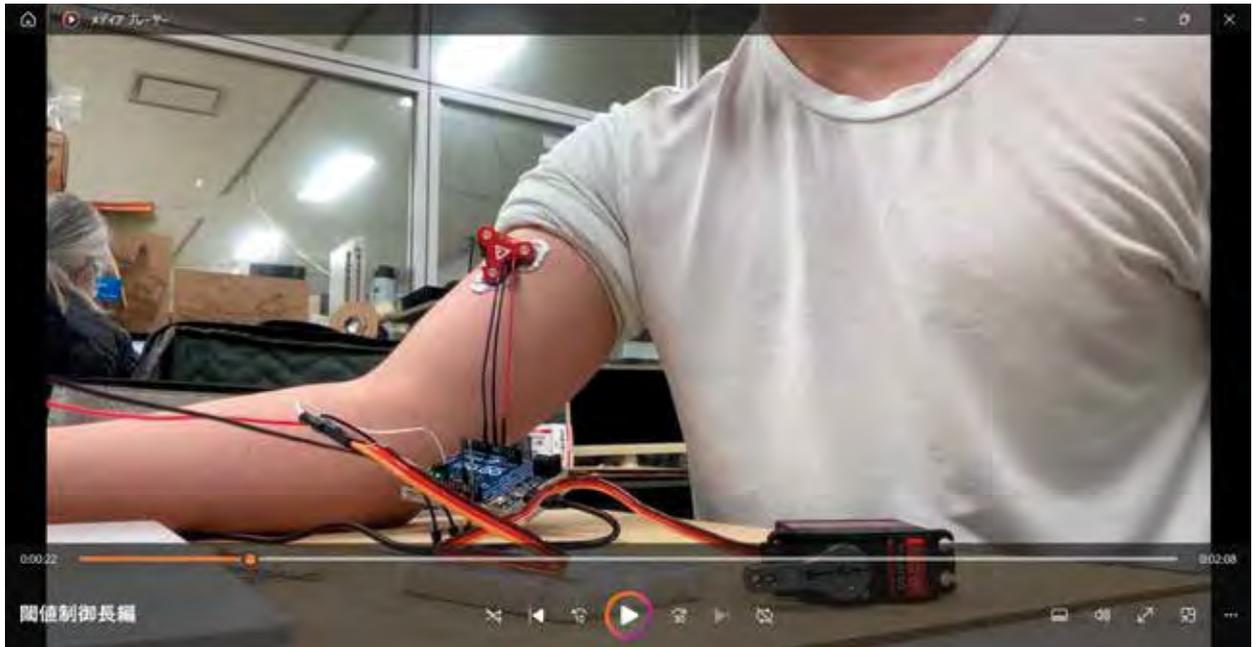
(コード)

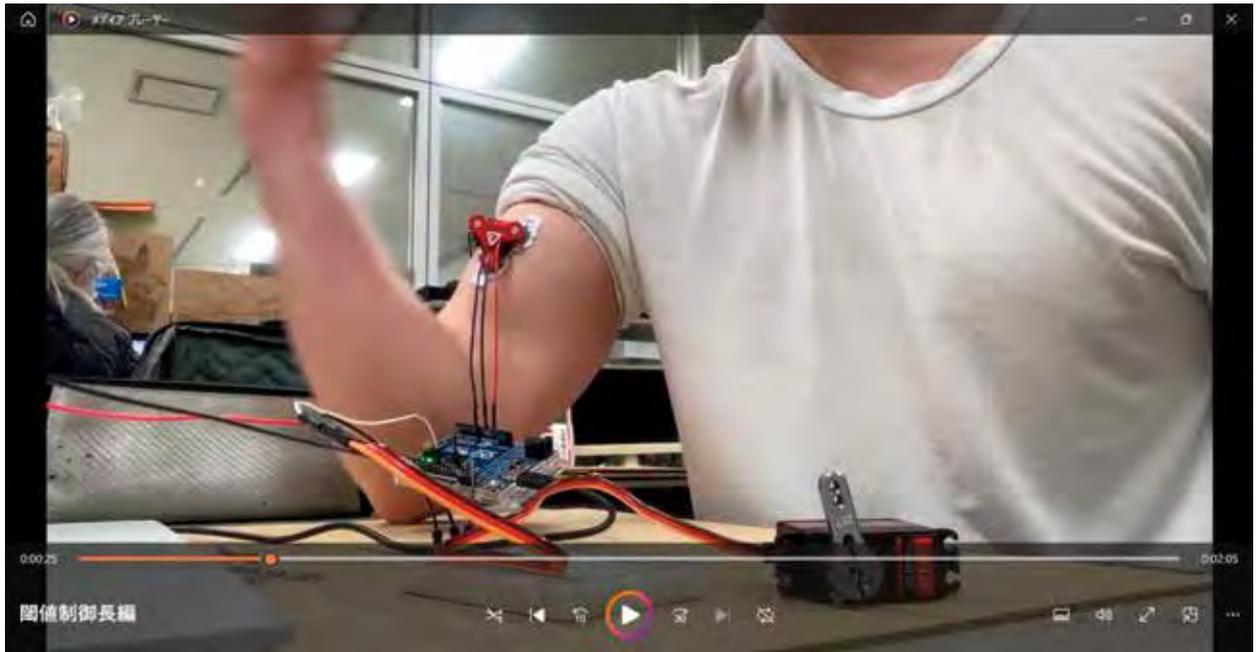
```
sketch_feb14a.ino
1  #include <Servo.h> // Servoライブラリをインクルード
2
3  Servo myServo; // サーボモーターのオブジェクトを作成
4  const int servoPin = 9; // 信号線を接続するピン
5
6  void setup() {
7  | myServo.attach(servoPin); // D9にサーボを接続
8  }
9
10 void loop() {
11 | myServo.write(0); // 0度の位置
12 | delay(1000); // 1秒待機
13
14 | myServo.write(90); // 90度の位置
15 | delay(1000); // 1秒待機
16
17 | myServo.write(180); // 180度の位置
18 | delay(1000); // 1秒待機
19 }
20 |
```

4. 閾値制御

成果発表会ポスターを参照してください。

3. 活動の成果や学んだこと





今回のミッションでひじの屈伸運動に合わせてサーボモーターを制御することができ、ロボットの基本について学ぶことができました。

4. 今後の展開

今後は今回の活動で得た知識を生かして、どこの体の部位か未定ですが人体の動きと同期して動くロボットを作成していきたいと思っています。

成果発表会で企業の方や教授にいろいろなご指摘をいただきました。人体の動きと同期して動くロボットを作るうえで、適切なセンサーを選定する必要があること、また、信号を処理するためのフィルターにいろいろな手法があることが分かり、自分のセンサーの種類、フィルターの種類、アナログ信号のデジタル化に必要な複素関数に対する知識不足を痛感し、それらの分野の勉強をしようと思いました。

5. まとめ

この活動を通じて、センサーで得た筋電位信号を Arduino を用いて処理し、サーボモーターの動作に反映させる技術を習得しました。さらに、データの変動を滑らかにする移動平均フィルターを実装し、より安定した制御を実現しました。今後は、CAD を活用してロボットの構成部品を設計し、より複雑な機械工作に挑戦したいと考えています。

筋電位センサーを活用した制御は、義手やリハビリ機器などの応用が期待できる技術であり、とても実用的だと感じました。今回の学習を活かして、人体の動きと同期するロボットの開発に挑戦し、より実用的なシステムを作り上げたいと思いました。

「天体観測から考える地域発展」

ミッション申請時に到達目標としたものの進捗具合について

①星ソムリエ資格の取得

富田先生による星ソムリエの講義を天体継続観測プロジェクトの活動としてすべて実施。レポート提出を個人課題として取り組んでいる。

②プロジェクト外の学生、職員を招いた誰も取り残さない観望会

プロジェクト外の学生、職員を招くことは叶わなかったものの、多くのメンバーが参加する観望会を実施でき、夏休みには深夜帯の観望会も実施することが出来た。数度の観望会ではメンバーが望遠鏡の設置の仕方を学び主体的な活動を行った。

③SNS 運用とその他

プロジェクトの SNS 運用も観望会で撮影したものをアップロードするなどし、認知の幅を広げることを目指していた。高頻度な投稿は叶わなかったが天体継続観測プロジェクトとしての色は出せたと感じる。

今回、夏合宿に行くことを目標としていたが、メンバーのスケジュールの問題もあり、開催が叶わなかった。メンバーの協力のもと来年度の開催を目指している。



和歌山大学学生自主創造支援部門(クリエ) クリエプロジェクト
<2024 年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名:天体継続観測プロジェクト

ミッション名:天体観測から考える地域発展

ミッションメンバー:経済学部・2 年・三宅凜奈,システム工学部・2 年・植村彩加,観光学研究科専門職学位課程・2 年生・吉村幸真,観光学研究科博士後期課程・2 年生・澤田幸輝,観光学部・1 年・西浦詩呼, 経済学部・1 年・高木詩野, 経済学部・1 年生・新出叶羽, 社会インフォマティクス学環・1 年生・田中貴大, 社会インフォマティクス学環・1 年生・米山陽二郎, 観光学研究科専門職学位課程・1 年・米澤樹

キーワード:観望会, 星のソムリエ, 継続, 電観望

1 背景と目的

1.1 ミッションの背景と目的

和歌山県は都市部と比べ星空をきれいに見える環境が多くある。県内には巨大望遠鏡を備えた公開天文台が2つあり、星空を見るための環境が整っている地域であるだろう。

また、和歌山大学には、教育学部屋上に大型望遠鏡が設置されており、星のソムリエ養成講座も開講されている。

本ミッションではこれらの資源を活用し、様々な人へ星空の魅力を伝えるため、「和歌山県下における天文関連施設や地域の天文関係者と協働しながら、参加者全員が星を見上げることに喜びや楽しみを享受できる観望会開催のための実践スキルを修得すること」を目的とする。

1.2 ミッションの目標

1.2.1 継続的かつ定期的な観望会実施

定期的な活動として、月2回程度の観望会を開催する。学内の学生・教職員、地域住民を対象とした観望会を最終目標とする。観望会実施により、望遠鏡の使用方法や観望の仕方、天体や星座に関する知識の習得を目指す。また、スマート望遠鏡を導入し、多様な参加者が楽しめる観望会を目指す。観望会実施のため、星のソムリエ講座を受講し、PJ全員の資格取得を目指す。

1.2.2 和歌山県内の公開天文台の訪問

和歌山県には、紀美野町みさと天文台とかかわべ天文公園に、口径100cmを超える大型望遠鏡が設置されている。みさと天文台では高い解説スキルを持った職員による星空ツアーが開催されており、かわべ天文公園は事実上の休館状態にあるものの国内有数の望遠鏡が設置されている。地域の公開天文台と連携することを通して、観望会開催のためのスキルを修得するとともに、観望会運営における課題解決能力を身に付ける。

1.2.3 持続可能で自主的な活動を

今年は定期的な観望会、長期休みを利用した合宿など自主的な活動を企画しており、精力的な活動を予定している。また、学生に天体継続観測プロジェクトを広く知ってもらうことを目標に、Instagramを開設した。Instagramでの「映え」の写真が投稿できるよう、天体写真の撮影ができる望遠鏡の購入やその撮影方法の修得も検討している。

2 活動内容

2.1 プロジェクト

本プロジェクトは 2024 年4月時点では2人しかメンバーがいなかったため、新規メンバーの募集を行った。募集のために、指導教員である富田先生にお願いし、教養科目である天文学にてプロジェクトの紹介と新規メンバーの募集を行った。

2.2 星のソムリエ講座

観望会の実施を目指すにあたり、1、2年生しかいない本プロジェクトでは知識やスキルが不足していた。そのため、富田先生に星のソムリエ講座の開講を依頼し週に1回程度、受講した。結果、合計9回の講座を受講し、準案内人相当の知識を身に着けることができた。これは観望会を実施する上での基礎知識であるため、観望会の計画策定に活かすことが出来た。

2.3 観望会

実際に天体を観察する観望会を実施した。天候や日没時間、日程調整等の都合により、計画通りの実施は困難であったが、春、夏、秋のそれぞれ1回ずつの合計3回の観望会が実施できた。観望会では望遠鏡で月や1等星、土星、木星の観察、スマート望遠鏡で星団や銀河、星雲の観察、双眼鏡で星団を観察し、それぞれの実際の見え方が確認できた。

2.4 大型望遠鏡の見学

当初は和歌山県内の公開天文台の訪問を計画していたが日程の調整ができず、実現できなかった。代替案として、和歌山大学教育学部の屋上に設置されている 60cm反射望遠鏡を富田先生案内のもと見学した。昼と夜の合計2回実施し、恒星や月、星雲が観察できた。小型望遠鏡やスマート望遠鏡との見え方や体験の違いが実感できた。



(左図)星ソムリエ講義中の様子

3 活動の成果や学んだこと

3.1 プロジェクト

新規メンバーの募集を行ったところ、4月以降に15人の新規加入があった。うち2人が今年度に修了予定であるため、来年度は13人のメンバーが残ることになり、継続的な活動が可能になると考える。

3.2 星のソムリエ講座

天文や観望会について全く知識のなかったメンバーが多い中、星のソムリエ講座を通じて天体観望

の基本を学んだ。季節によって見える天体が変わることや、望遠鏡の仕組みや種類を知ることで、観望会を計画するための知識を身につけた。

3.3 観望会

観望会を実施することで、座学ではわからない観望会の楽しさや大変さを実感した。例えば、月や土星は非常に明るく、写真などで見るよりも感動的であった。一方で、星雲や銀河は小型望遠鏡では淡く見え、スマート望遠鏡による電子観望が適していると感じた。どの天体に対して最適な機材を選ぶことが重要であると分かった。また、月の有無や天候によって星空の見え方が大きく異なるため、臨機応変に対応する必要性を痛感した。

3.4 大型望遠鏡の見学

大型望遠鏡での観望はそれだけで感動する体験であった。また、星雲も見ることができ、小型望遠鏡やスマート望遠鏡との違いを体感できた。また、富田先生の案内のもと観望したため、その説明の仕方などが非常に参考になった。

今後の展開、問題点、課題

3.5 プロジェクト

プロジェクトの課題として、全員が主体的に活動できる組織作りができていないことが挙げられる。現状では意欲に差があり、積極的に活動している人とあまり活動できていない人がいる。これは突発的にスケジュールを決めていたことも要因である。天候が悪くても週に1回程度集まる機会を設けることで、まずは機会を作ることから始めたいと考える。

3.6 星のソムリエ講座

本年度は、準ソムリエの資格をまだ誰も取得できていない。これは、期日を設けたりスケジュール管理を行ったりしていなかったことが原因である。来年度は、期日を設けるとともに、スケジュールを管理することが必要である。また、実践を積み重ねることで、正ソムリエの資格取得も目指したいと考えている。

3.7 観望会

本年度の観望会は数回しか実施できなかった。スケジュールの都合や天候による影響が大きいのが、前述の通り、週1回など定期的に集まる機会を設けることで、観望会が実施できる回数を増やすことが可能であるだろう。

3.8 大型望遠鏡の見学

本年度は日程の調整がつかず、和歌山県内の公開天文台に合宿へ行くことが出来なかった。来年度は早めにスケジュール調整を行い、行けるように心がけたい。

まとめ

本年度は、新規メンバーの参加や観望会の実施、星のソムリエ講座の受講など、昨年度は実現できなかった取り組みに挑戦することができ、大変有意義な1年であった。しかしながら、ミッション審査時の計画通りに進めることができなかった。その要因はいくつか考えられるが、最も大きな理由は、ミッション達成のために何が必要なのかを十分に見通せていなかった点である。メンバーのほとんどが観望会の参加や実

施の経験がなく、必要なスキルもわからないままであった。この1年を通じて、現状や課題を少しずつ把握できるようになったと感じている。

一方で、新たな機会も生まれた。和歌山市観光協会から星空観光に関する相談を受け、11月17日に打ち合わせを行った。加太地域での観望会の依頼があり、現時点でスキルや交通手段に課題があることを伝えた。それにもかかわらず、我々の活動に対し、大きな期待を寄せられたことは励みになった。

こうした期待に応えるためにも、必要なスキルを身に付ける努力が必要である。今後は年間目標を見直し、計画的に実行できるよう努めていきたいと考えている。

プロジェクトの背景と目的

- ・ 大学内で**食堂の混雑**が問題となっている
- ・ 「昼休憩に並んでから食べると次の授業に間に合わない」の声も
- ・ 食事スペースは余裕があるにもかかわらず待機列ができていたため、施設の拡大よりも**利用者を時間帯・施設で分散させる**必要がある

- 学生が混雑状況をスマホから確認できればこの問題を解決できるのではないかと
- 本ミッションでアプリ開発に取り組む

昼休憩時に混雑する食堂 ▶



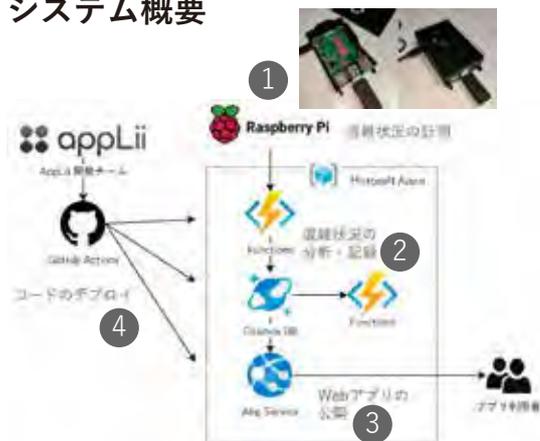
2023年度ミッションでの主な取り組み

- 「大学混雑度提供アプリ」
- ・ Bluetooth計測機器・Webアプリのシステム開発
 - ・ 学生会館にBluetooth計測機器を3台設置
 - ・ アプリ公開に向けて規約などを作成

2024年度ミッションでの主な取り組み

- 「大学混雑度提供アプリ対応施設の拡大と予測モデルの構築」
- ・ GENKI食堂にBluetooth計測機器を2台設置
 - ・ 学内向けにアプリを公開し、宣伝を開始
 - ・ WebアプリのUI改善や不具合解消

システム概要



システム設計全体の方針

クリエイションの予算制度ではパブリッククラウドサービスとしてAzureかAWSが選択肢となる。今回はPaaSが充実しているAzureを選定することで、インフラレイヤーの管理を簡素化した。実装面では、主な使用言語をPythonに統一することで**学習コストを下げ、保守運用コストを軽減**するようにした。(Pythonはシステム工学部生が授業で学ぶ言語) また、システム全体の機能を異なるGitHubリポジトリに分割して開発することによって、コードの依存関係を弱くし、開発しやすいように設計した。

【1】混雑状況の計測

Raspberry Pi 4Bを施設内に設置し、計測を行っている。この計測機器ではスマホやイヤホンなどの電子デバイスから発せられるBluetooth電波を受信し、検出されたデバイス数などの情報をクラウドサーバーに送信している。カメラなどの手法よりも**プライバシーが保護される**ため、この手法を選定した。計測用のシステムは、Bluetooth関連やデータ操作関連のライブラリ (Bleakなど) も活用しながらPythonによって開発した。

【2】混雑状況の分析・記録

上記の計測機器から送信されたデータは、APIによってデータベース (Cosmos DB) に格納される。さらに、1分ごとに実行される分析システムによって検出されたデバイス数の集計が行われ、このデータがWebサーバーへ共有される。受信用API・分析システムはPython (FastAPI) によって開発され、Azure Functionsによってホストされている。

【3】Webアプリの公開

WebアプリはPython (Flask) ・JavaScript (Vue.js) によって開発され、App Serviceによってホストされている。独自ドメインを設定しているため、ユーザーはAppLiiのドメインからページにアクセスすることができる。Webサーバーとしての機能に加えて、Raspberry Piを含めたシステム全体を監視するための機能 (生存確認など) も組み込んでいる。

【4】コードのデプロイ (CI/CD)

開発効率化のため、CI (継続的インテグレーション) CD (継続的デリバリー) を導入している。

- ・ CI: 単体テストや静的解析ツールによって、コードの品質を維持しやすくする。
- ・ CD: ワンクリックでテスト環境・本番環境へのデプロイやReleaseの作成を完了できる。

アプリ画面

Webフロントエンドは、主にスマホからの利用を想定してデザインしている。(パソコン向けにもレスポンシブ対応している) 画面上部に混雑状況をまとめて表示することによって**ユーザーは即座に情報を得られる**。ほかにも混雑度の投票機能やグラフによる先週比較なども利用できる。



データ分析

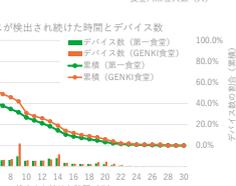
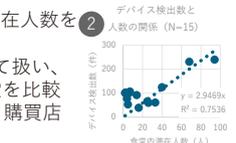
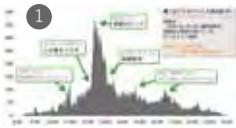
食堂でデータ計測を開始したのは、第一食堂が2024年1月、GENKI食堂が2024年9月である。2025年2月時点のデータを分析した。

【1】日中検出デバイス数の推移がほぼすべての日において似たパターンであり、**昼休み前後や授業終了後には特徴的な点**が見られた。

【2】検出デバイス数と実際に食堂内に滞在している人数を分析した結果、**滞在者1人に対して約2.9台**のデバイスが検出されたことがわかった。検出数から滞在人数を算出する簡易的な手法として応用が可能だろう。

【3】デバイスが検出され続けた時間を滞在時間として扱い、その観点からも分析を行った。GENKI食堂と第一食堂を比較すると、**第一食堂のほうが1~4分程度の滞在が多く**、購買店やATMの利用者が検出されているものと考えられる。また**10, 15, 20分で割合が大きくなって**いるが、これは端末によってBluetoothアドレスが自動的に再生成されることが背景にあると推測する。

【4-5】「何時に食堂に行くと、何分待つことになる」のような分析を行うために、あるデバイスが初めて検出された時刻と滞在時間をグラフに示した。深緑 (5-10分) や緑 (10-15分) の系列は待機列に並ぶ人を含むデータの指標として活用を期待できるが、ユーザーにとって直感的とは程遠く、アプリに活用するためにはさらにデータの加工が課題となる。



アプリの公開状況

現在もWebアプリとして公開している。スマホやパソコンのブラウザから誰でもアクセスできる。
URL: <https://cafe.applii-wu.net/>



▲ QRコード

SEO対策の取り組み

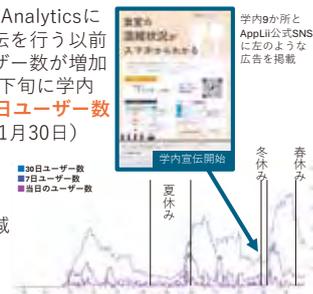
2025年2月現在、Google検索において「**どうもむ**」と検索すると**本Webページが上位に表示**される。これを実現するために取り組んだことを以下に示す。

- <必須項目・効果があつたと感じる項目>
 - ・ Google Search Consoleに登録する
 - ・ 既存Webサイトと競合しないサイト名を選択する
- <効果を感じなかったが実施した項目>
 - ・ メタディスクリプションを過不足なく記述する
 - ・ サイトマップ/パンクずリスト/robot.txtを作る
 - ・ PageSpeed Insightsのスコアを改善する



アクセス数の分析

どうもむへのアクセス数をGoogle Analyticsによって分析している。学内での宣伝を行う以前はクリエイターの発表会ごとにユーザー数が増加する推移となったが、2024年12月下旬に学内向けに宣伝を始めたことにより**30日ユーザー数は最高90人**まで増加した (2025年1月30日) しかしまる2月下旬には試験期間が始まったことによりユーザー数が減少している。より利用者を増加させ、当初の目標である食堂の混雑度軽減に繋げていくことが今後の課題である。



和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：ITものづくりプロジェクト「AppLii」

ミッション名：大学混雑度提供アプリ対応施設の拡大と予測モデルの構築

ミッションメンバー：システム工学部 2年 水野晴斗

経済学部 2年 林慎一郎

キーワード：Bluetooth、食堂、アプリ開発、IoT 機器、混雑解消

1. 背景と目的

和歌山大学の食堂では、昼休みの混雑が課題となっている。昨年度は学生会館の第一食堂に Raspberry Pi を設置し、Bluetooth 電波を利用した混雑度計測システムと Web アプリの開発を行った。これにより食堂利用者に混雑状況をリアルタイムで提供することが可能となった。

本年度の活動では、このシステムの拡張と有効性の向上を目的としている。具体的には、GENKI 食堂への対応施設拡大を行い、学内の 2 箇所の主要食堂の混雑度データを同時に収集・比較できる環境を構築した。これにより、食堂間の混雑パターンの違いを分析し、利用者に複数の選択肢を提示することで、特定時間帯における一か所への集中を緩和し、食堂利用の分散化を促進することを目指している。

また、開発した Web アプリを学内向けに本格公開し、宣伝用ポスターを学内各所に設置するなど、アプリ利用者の拡大にも取り組んだ。利用者数の増加によりアプリの認知度と有用性を高め、より多くの学生・教職員が混雑情報を活用して効率的な食堂利用を行えるようにすることが本活動の目標である。さらに、蓄積されたデータを用いた混雑予測モデルの精度向上にも取り組み、混雑状況の予測情報の提供も目指している。

これらの取り組みを通じて、待ち時間の軽減とキャンパスライフの質の向上に貢献することを最終的な目的としている。

2. 活動内容

2.1 GENKI 食堂への対応

昨年度の第一食堂（学生会館）設置に続き、2024 年 9 月に GENKI 食堂にも Raspberry Pi Model B 4GB を新たに設置した。設置場所はコンセント位置などの制約を考慮しながら 2 箇所を選定し、昨年度の経験を活かして人流を捉えやすいように配置を行った。

図 2.1 は GENKI 食堂に設置した機器の様子である。各 Raspberry Pi には Bluetooth 電波を検出するためのセンサーが内蔵されており、それを利用している。検出されたデバイス数は接続 USB メモリとクラウドストレージ（Azure Cosmos DB）の両方に保存される仕組みとなっている。

また、設置場所には実験の説明と個人情報の取り扱いに関する詳細情報を記載した案内を掲示し、データ収集の透明性を確保した。



図 2.1 Raspberry Pi の設置状況

2.2 Web アプリの改良と公開

本年度は Web アプリケーションの改良と本格的な公開を行った。アプリケーションの画面設計においては、ユーザーの主な利用端末であるスマートフォンを想定したデザインを採用した。図 2.2 はスマートフォン (iPhone) から表示したアプリ画面である。ユーザーインターフェースでは、画面上部に複数食堂の混雑状況をまとめて表示する構成とし、情報の即時把握を可能にした。さらに機能面では、ユーザーによる混雑度の投票機能や、前週同日との混雑状況比較グラフなどの機能を追加し、情報の多角的な提供を実現した。

公開については、Web アプリケーションとして一般公開する形態を採用した。このアプローチにより、アプリのインストールが不要で、スマートフォンやパソコンのブラウザから誰でも容易にアクセスできる環境を構築した。アプリケーションは「<https://cafe.applii-wu.net/>」の URL で公開している。

また、アプリの認知度向上のために SEO 対策にも取り組んだ。その結果、2025 年 3 月時点で Google 検索において「どうこむ」というキーワードで検索すると、本 Web ページが検索結果の上位に表示されるようになった。この成果を達成するために、Google Search Console への登録と既存 Web サイトと競合しないサイト名の選定が特に効果的であった。加えて、メタディスクリプションの記述、サイトマップの作成、パンくずリストの実装、robots.txt の設定、PageSpeed Insights によるスコア改善なども実施したが、これらは前述の対策と比較して顕著な効果は確認できなかった。



図 2.2 アプリ画面

2.3 広報活動と利用促進

食堂混雑可視化システムの認知度向上と利用促進のため、複数の広報活動を展開した。学内の主要施設および食堂付近を中心に、アプリの機能と利用方法を説明した宣伝用ポスター (図 2.3) を設置した。ポスターには食堂混雑状況の画面サンプルと QR コードを掲載し、学生が容易にアクセスできるよう工夫を施した。併せて団体の公式 SNS アカウントでも同様の情報を投稿し、オンライン上での認知拡大にも努めた。



図 2.3 ポスター

3. 活動の成果や学んだこと

3.1 活動の成果 (データ収集と分析)

データ分析活動を通じて、食堂利用者の動態に関する知見を獲得することができた。第一食堂 (2024 年 1 月計測開始) と GENKI 食堂 (2024 年 9 月計測開始) の 2025 年 2 月時点のデータを精査した結果、滞在者 1 人あたり約 2.9 台のデバイスが検出されるという相関関係が判明した (図 3.1.1)。この発見は、単純なデバイス検出数から実際の滞在人数を推定する簡易的アルゴリズムの構築に直接寄与する成果である。

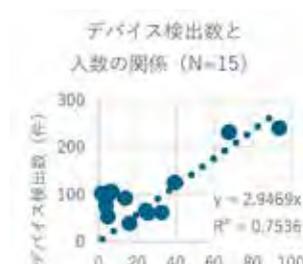


図 3.1.1 検出数と滞在人数の関係

デバイスの検出継続時間を滞在時間と定義して分析を進めると、両食堂間で特徴的な利用パターンの違いが浮かび上がった(図 3.1.2)。第一食堂では1~4分程度の短時間滞在が統計的に有意に多く観測された。この現象は、食堂に隣接する購買店や ATM の利用者が捕捉されていることを示唆している。また、滞在時間グラフにおいて10分、15分、20分の地点で顕著なピークが検出されたが、これはスマートフォンなどの端末セキュリティ機能による Bluetooth アドレスの自動再生成メカニズムが関与していると考えられる。このような技術的特性を考慮したデータ補正方法の開発が今後の課題として明確になった。



図 3.1.2 デバイスが検出され続けた時間

「何時に食堂に行くと、何分待つことになるか」という学生の日常的関心に応えるため、デバイスの初検出時刻と滞在時間の相関を視覚化した(図 3.1.3)。特に滞在時間 5-10 分(深緑)および 10-15 分(緑)の系列データは、待機列に並ぶ人々の動態を反映する指標として潜在的価値を持つと考えられる。

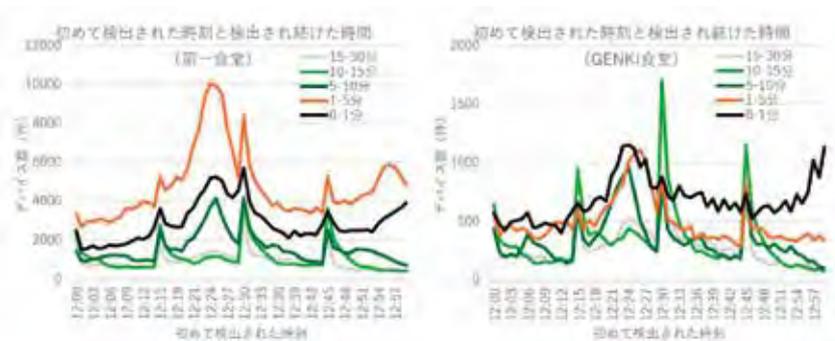


図 3.1.3 デバイスが検出された時刻と検出時間

しかしながら、現状のデータ表現形式はユーザーにとって直感的理解が困難であり、学生向けアプリケーションとして実用化するためには、より洗練されたデータ加工手法の確立が不可欠である。今後は機械学習アルゴリズムの適用によるパターン抽出や、ユーザーフレンドリーな可視化技術の開発などを進める予定である。

3.2 活動の成果 (広報活動と利用促進)

システムの利用状況を把握するため、Google Analytics を用いたアクセス解析も実施した(図 3.2)。分析結果によると、広報活動開始前はクリエの発表会など特定のイベント時にのみユーザー数が一時的に増加する傾向が見られた。しかし 2024 年 12 月下旬から本格的な学内広報を開始したことにより、30 日間のユニークユーザー数は徐々に増加し、2025 年 1 月 30 日には最大 90 人の利用者を記録した。この数値は広報開始前と比較して約 3 倍の増加となっている。一方、2 月下旬以降は試験期間の影響によりユーザー数が減少傾向を示した。これは食堂利用そのものが減少する時期であるため、予想された結果といえる。今後はより多くの学生・教職員に継続的に利用してもらうための施策を検討し、本システムの最終目標である食堂混雑緩和の効果をさらに高めていくことが課題である。

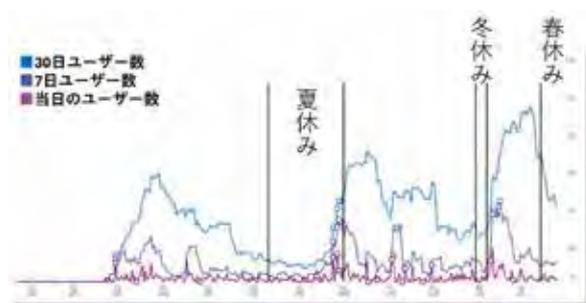


図 3.2 アクセス数の推移

3.3 学んだこと

データ分析のプロセスでは、統計的手法の適用だけでなく、データが持つ文脈的意味の解釈能力を獲得することができた。第一食堂と GENKI 食堂における利用パターンの差異を検出したことは、単なる数値の比較を超えた学生の行動様式の理解につながった。

広報活動とユーザー獲得の取り組みからは、技術的完成度と社会的受容の間にある深い溝を埋める難しさを実感した。便利なシステムを構築しても、それが適切に認知され活用されなければ意味をなさないという現実直面し、利用者とのコミュニケーションの重要性を学んだ。

本システムの公開後、ユーザー数の増加と共に浮上した新たな要求や期待に応える過程では、ユーザー中心設計の本質に触れることができた。ユーザーからのフィードバックを受けて前週比較グラフや投票機能などを機能追加する中で、エンジニアリングが本質的に社会との対話プロセスであることを改めて実感することができた。

4. 今後の展開

本ミッションで扱った「何時に食堂に行くと、何分待つことになるか」という分析においては、デバイス検出時刻と滞在時間の可視化までは実現したものの、ユーザーにとって直感的な理解を促す表現形式の開発には至らなかった。特に図 3.1.2 や図 3.1.3 で示された待機列データは、混雑状況の客観的指標として有用性が認められるが、この情報をアプリケーションとして実装する際の最適な表現方法については未解決の課題として残されている。今後は待機時間データに基づく混雑予測アルゴリズムの精緻化と、ユーザー体験を重視したインターフェース設計の両面からアプローチする必要があるだろう。

また、Google Analytics によるアクセス解析からは、学内宣伝活動によって一時的なユーザー数増加（最大 90 人/30 日間）が確認されたが、試験期間の到来とともに利用者数が減少するという季節変動が明らかになった。この結果は、学生の生活リズムに合わせたプロモーション戦略の重要性を示唆している。来年度以降は、学期初めや試験期間前など、食堂利用が集中する時期に合わせた広報活動を展開する構想である。同時に、単なるユーザー数増加ではなく、実際の食堂混雑緩和効果を定量的に評価することも計画している。

5. まとめ

本プロジェクトでは、和歌山大学食堂の混雑緩和を目的とし、Bluetooth センサーによる混雑度計測システムを第一食堂に加えて GENKI 食堂にも拡張した。Web アプリ開発と改良により、リアルタイム混雑状況の提供、混雑度投票機能、前週比較グラフなどの機能を実装し、学内広報活動によりユーザー数を約 3 倍に増加させた。データ分析からは、デバイス検出数と実際の滞在人数の相関関係、両食堂間の利用パターンの違いなど重要な知見を得た。今後は混雑予測アルゴリズムの精緻化、ユーザー体験を重視したインターフェース設計、学生の生活リズムに合わせた広報戦略の展開、そして食堂混雑緩和効果の定量的評価を進めていく。

クリエイティブに電鉄プロジェクト 5インチゲージ車両の車体設計および製作

車両の設計・組み立て

製作した車両は実際に和歌山県内を走る車両をベースに、約1/10スケールで全長2mほどの5インチゲージ規格に合わせて設計。

構体はステンレス(SUS304)で製作。角パイプを車体フレームの形にTIG溶接し、その外側に窓やドアを切り抜いた外板をアークスポット溶接によって組み立てる構造とすることで、バッテリーやコンプレッサーなどの重量物の搭載が可能な強度を確保。

先頭部および屋根は設計図や実車調査のデータを基に3DCADでモデリングを行った。製作は、形状が複雑なため金属ではなく3Dプリンター使用し、表面を研磨後に塗装を施すことでより実車に近い外観を再現。

今後の製作活動を見越し、最低限の加工でLEDや装飾パーツを取り付け可能なように、設計段階から車体に穴を設けてある。



線路の製作

車両を走行させるために必要な線路も製作した。材料はレールにアルミフレームを、枕木にアルミフラットバーを使用することで軽量化しつつ、安価で入手性が高い汎用品を使用することで、既製品の線路と比較して約1/10の費用で製作することに成功。

線路は車への積載などの持ち運びを考慮して1本あたり2mとし、直線の線路を10本の合計20mを製作。線路はアルミフレーム延長用金具を使用して連結することが可能。



レールと枕木の接合には、交流TIG溶接を使用し、約200mmおきに隅肉溶接を用いて接合。

運転体験イベント

製作した車両と線路を使用した運転体験イベントをおもしろ科学まつり2024で開催。屋内に敷設した約20mの線路上を来場者が実際に車両を操縦し、目標の停止位置ぴったりで車両を停めることができるかをゲーム感覚で体験するプログラムを実施。

きのくに電鉄として初となるイベントへの参加だったが、最終的に100名以上の来場者があり、一時は整理券を配布するほどの大盛況となった。

今後も様々なイベントへの出展を目指して、体験内容などを調整していく。



和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：きのくに電鉄プロジェクト

ミッション名：5インチゲージ車両の車体設計および製作

ミッションメンバー：システム工学部4年 香山 力也，システム工学部2年 氏原 伊吹
システム工学部3年 松浦 和貴，システム工学部2年 松本 遼
システム工学部4年 山脇 秀介，観光学部4年 北林 光
システム工学部1年 秋谷 快勇，観光学部1年 陣野 大誠

キーワード：5インチゲージ、鉄道、ステンレス、溶接、3Dモデリング

1. きのくに電鉄プロジェクトについて

きのくに電鉄プロジェクトは本年度より活動を開始した『モノづくり』と『コトづくり』を融合したプロジェクトです。線路幅が5インチ(127mm)の5インチゲージという規格のミニ鉄道車両や線路を製作する『モノづくり』と、製作物を使用してイベントを開催する『コトづくり』が主な活動内容です。本年度は『モノづくり』である車両等の設計・製作を主に行い、イベントへの参加である『コトづくり』を最小限に抑えることで来年度以降の本格的なイベント開催に備えることとした。

5インチゲージは世界的に普及しているミニ鉄道の規格であり、遊園地などの遊戯施設のみならず学校や企業によるイベントでの使用や、個人の趣味で所有されることもある。



図1 5インチゲージ

和歌山市民図書館 HP より抜粋



図2 5インチゲージを用いたイベントの様子図

和歌山市民図書館 HP より抜粋

2. 活動内容

本ミッションの活動内容は大きく分けて3つある。

① 車両の設計・製作

まず車両を製作するにあたり、製作する車両のモデルとして実際に和歌山県内を走行している車両を選定した。選定したモデルとなる車両の設計図を参考に、約1/10スケールの車体をCADで設計する。設計はモデル車両の設計図データの縮尺を調整するだけでなく、調達可能な部品の寸法や製作の難易度を考慮しながら設計を行った。



図3 車体フレームの設計図



図5 先頭形状の設計図

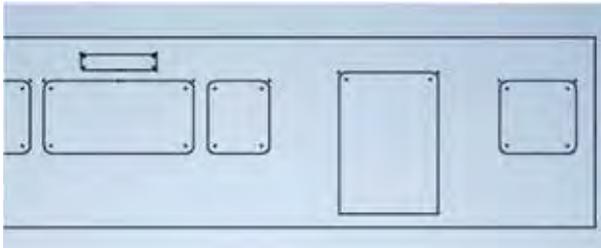


図4 車体側面の設計図

図3は車体フレームの設計図である。車体フレームにはステンレス(SUS304)製の角パイプを使用することで、バッテリーや将来の空気ブレーキ搭載に向けたコンプレッサーなどの重量物にも耐えられるように設計した。組み立てにはTig溶接を使用し強度を確保し、角パイプの一部にはフライス盤で穴を開けることで、搭載機材などの固定が可能となっている。

図4はフレームの側面に溶接する外板の設計図である。外板には窓やドア、LEDを搭載するための穴などがある。また、車体の形状に合わせて曲げ加工がされている。外板の加工については大学内での加工が困難なため、設計図を基に材料や加工内容を指定して外注した。

図5は先頭形状の設計図である。先頭形状は参考とした図面では詳細が不明なため、実際に車両を観察し、写真などのデータを基に細部の寸法を決定した。また、形状が複雑なためステンレスではなく、3Dプリンターを使用して製作した。そのため、プリントスピードやサポート材の配置を考慮した設計としている。



図6 車体溶接の様子



図7 製作した車両

図6は車体フレームを溶接している様子である。また、フレームと外板を溶接する際に、大学内で実績の無いアークスポット溶接という手法を用いて溶接を行った。これらの溶接を溶接の経験が少ない学生の手で行うために、ものづくりマイスター制度でお世話になっている講師の方から溶接機の設定方法や溶接のコツを伝授していただいた。

図7は製作した車両である。車体重量は金属部分だけで12kg程度ある。現時点ではステンレス部分は未研磨かつ無装飾だが、今後それらの加工を行う予定である。

② 線路の設計・製作

線路はイベント開催時に大量に用意する必要があるため、安価で大量に製作する必要がある、かつ持ち運ぶ機会が多いため軽量とすることが望ましい。そこで、市販の線路ではなく設計から製作までを学生の手で行った。



図8 設計した線路



図9 製作した線路

図8は設計した線路である。材質はアルミニウム(A6063S)を使用することで軽量かつ持ち運びが容易なものとなっている。レールには汎用的な20mm角のアルミフレームを使用し、枕木にはアルミフラットバーを使用した。市販の線路では鉄パイプや木を使用しているが、アルミの汎用品を使用し自作することで、軽量かつ市販の線路と比較して1/10程度のコストで製作が可能となった。線路を連結する際はレールにアルミフレームを使用しているため、アルミフレーム延長用のジョイントを使用して連結することが可能である。

図9は製作した線路である。レールに使用するアルミフレームは約4mあるため、半分の約2mに切断してから使用する。レールと枕木に使用するアルミフレームとフラットバーには耐久性を上げるため表面にアルマイト処理が施されている。そのため、事前に溶接個所のアルマイトをグラインダーで除去したうえで交流TIG溶接を行った。本ミッションでは2mの線路を10本の計20mを製作した。

③ イベントへの参加

きのくに電鉄プロジェクトのもう1つの活動内容である『コトづくり』として、製作した車両を用いてイベントへ出展した。出展したイベントは11月に和歌山大学で開催されたおもしろ科学まつり2024で、内容は来場者が自ら車両を操縦する運転体験である。



図10 制御信号の生成方法

図10はおもしろ科学まつり2024に出展した際の様子である。廊下に20mの線路を敷設し、来場者自らが車両を運転し停止位置目標にピッタリ停めることができるか体験するイベントを行った。車両のトラブルにより一時は運転体験を取りやめたが、開場時間前から大気列ができるなど、運転体験を目当てに来場する方が多く見られた。

3. 活動の成果や学んだこと

車両の設計・製作を自ら行うことで、設計時に見ただけでなく、機能性や製作工程の考慮などが必要となり、それらが十分に考慮されていないと製作過程で難しい加工が必要になったり、完成後のメンテナンスや輸送の際に無駄な手間が生じたりしてしまうなどの問題点が発生する。実際に加工方法を十分に考慮しなかったために、実装できなかった機能や精度の悪い加工となった部分がある。また、ねじ穴の位置に余裕がなく、組み立て時にスパナを使用しづらいなどの問題も発生した。これらの問題点を経験として今後はさらに質の高い製品を設計・製作できるよう善処していく。

また、ほぼ経験のなかった溶接を方法や条件を自分たちで調査しながら行うことで、溶接技術の工場を回ることができた。

4. 今後の展開

本ミッションでは、大まかな車両と線路のみを製作した。そのため塗装や装飾も最小限にとどまっているためそれらを行いつつ、『コトづくり』へ活動の比重を少しずつ増やすことで様々なイベントへの出展を目指していく。

5. まとめ

本ミッションでは5インチゲージと呼ばれる規格のミニ鉄道車両と線路を設計から製作まで自らい、イベントへ出展した。この活動によって設計ノウハウや溶接技術の向上など技術を習得することができ、今後のものづくり活動の基盤として活用できる、有意義な経験をすることができた。

きのくに電鉄プロジェクト 5インチゲージ台車の制作および制御システムの開発

目標

きのくに電鉄プロジェクトではモノづくりと地域活性化を融合した活動を行う事を目標としている。活動を開始するにあたって、イベントで走らせることができる5インチゲージ鉄道という規格のミニ鉄道を製作することになった。

本ミッションではミニ鉄道用の台車と制御系に関わる部分の製作を目標とした。具体的な目標は主に以下の2つである。

- ① 台車の設計・製作を行うこと
- ② 初心者でも容易かつ安全に運転体験を行えるように、運転者向けのグラフィック表示を行い、運転用コントローラーでの操作に基づいてブラシレスDCモーターによる車両制御を行うこと

台車について

車両の走行に必要な台車についても設計・製作を行った。5インチゲージは線路幅が127mm(5inch)であるため、この幅に合わせて台車も製作する必要がある。そのため車輪間のわずかな空間に駆動に必要な部品を搭載する。台車は主に輪軸と台枠の2つからなり、輪軸は車輪や車軸などの回転駆動する部品から構成される部分である。また、台枠はベアリングを介して2つの輪軸を固定し、さらに防振ゴムを介して車体に接続する部分である。モーターを搭載する台車には台枠にモーター取付用の金具が装着できるようになっており、搭載したモーター側のプーリーから輪軸に取り付けたプーリーに動力を伝達することで車輪が回転し、線路上を走行することができる。また、モーターは1台車あたりに2台搭載可能な構造とした。

モーターの選定にあたっては車軸に設置したプーリーや車輪、線路との干渉を考慮する必要がある。そのため幅・長さ・高さともに60mm程度と小型で、重量のある車体を動かすことができる高出力のモーターを選定しなければならない。そこで電動スケートボード用のブラシレスDCモーターであるH5055モーターを選定した。このモーターは1台で最大1380Wの出力があり、車両単体での走行はもちろんのこと、電動スケートボード用のため、将来の人を乗せての走行にも対応できるモーターである。

製作にあたって必要な部品を設計し、材料を調達して穴あけなどの加工を行った。また、クリエの設備で加工が困難なものについては、外部へ発注を行った。製作した部品をそれぞれ組み立てる際、輪軸については圧入による組み立てを行った。



今後の課題

台車については、動力伝達に用いたベルトが緩む問題があり、モーターからの振動の軽減や固定方法の改善などが課題である。また、現時点では直線での走行のため、今後カーブでの安定した走行性能などを検証していく必要がある。

制御系については、現在用いているモーターによる電気ブレーキでは、バッテリーの充電状態などによって制動力が制限される可能性があるため、エアブレーキなどの機械ブレーキを実装することが今後の課題である。

制御系について

制御系について、主に以下の3つの活動を行った。

- ① 各配線の接続
- ② 運転者側で動作するプログラムの製作
- ③ 車両制御に関するプログラムの製作

また、各部品間の接続を本章の最後の図に示した。

① 図に示すように電源用ケーブル、モーター用の配線、ホールセンサー用ケーブルを接続した。また、バッテリー、ブレーカー、モーターコントローラー、モーターの間の各配線は、より線の導線に丸形圧着端子を取り付け、ねじやボルトによって固定した。ホールセンサー用ケーブルはコネクタによって接続した。また、機器間の通信にはUSBケーブルとWi-Fi通信を用いた。

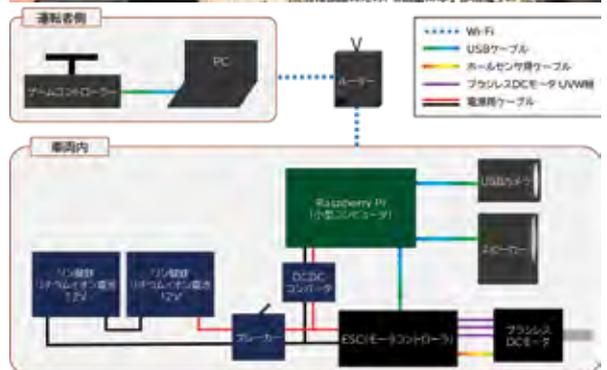
② 運転者向けのグラフィック表示と運転用コントローラーの情報取得はHTMLおよびJavaScriptを用いて本章の写真のように行った。また、車両に搭載した小型コンピューターをサーバーとして、Wi-Fi通信を介して運転者側のPCがアクセスすることで動作する仕様とした。運転者用の画面には車両の前面展望や速度、運転用コントローラーの操作状況などを表示した。また、コントローラーから加減速や進行方向の指示と警笛やアナウンスの再生の指示を取得した。

③ 車両制御は車両に搭載した小型コンピューター上でPythonのライブラリーを用いて行った。ブラシレスDCモーターは「pyvesc」を用いてモーターコントローラーに電流値や回転数を指示することで制御した。音声の再生は「pygame」を用いて行った。

車両や台車が完成するまでは、PCから直接モーターコントローラーに指示を出す形で動作確認や回転数指示のプログラムを製作した。そして車両の骨格と台車の完成後、図の通りに配線を接続し、運転者の操作に合わせて車両の加減速と音声の再生を行うプログラムを製作した。

今後の改良や機能追加のために、適度に関数化を行うことや可読性を高めることを意識してプログラムを書いた。また、リアルタイムに運転を行うため、通信の回数や手順を変更することで運転用コントローラーの操作からモーター駆動までの遅延の低減に努めた。

結果として11月に開催したおもしろ科学まつりにおいて、モーターのトラブルのため2日目のみではあったが、製作したプログラムを使用して運転体験を実施できた。



和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
<2024 年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名：きのくに電鉄プロジェクト

ミッション名：5 インチゲージ台車の制作および制御システムの開発

ミッションメンバー：システム工学部 2 年 氏原 伊吹, システム工学部 4 年 香山 力也,
システム工学部 4 年 山脇 秀介, システム工学部 3 年 松浦 和貴,
システム工学部 2 年 松本 遼, システム工学部 1 年 秋谷 快勇

キーワード：5 インチゲージ鉄道, 台車設計, 3DCAD, ブラシレス DC モーター, Raspberry Pi

1. 背景と目的

きのくに電鉄プロジェクトではモノづくりと地域活性化を融合した活動を行う事を目指している。活動を開始するにあたって、イベントで走らせることができる 5 インチゲージ鉄道という規格のミニ鉄道を制作することになった。そこで、近年の小型モビリティの普及によって容易に入手できるようになった小型のブラシレス DC モーターとモーターコントローラーを用いて車両を制御しようと考えた。

本ミッションでは、ESC と呼ばれるモーターコントローラーを用いてブラシレス DC モーターを制御することによるモーター制御技術の向上と、制御機器同士の通信機能や制御プログラムの制作によるプログラミング技術の向上を目的として活動を行った。また、台車を制作し、車両操縦用のゲームコントローラーの情報をもとに、ミニ鉄道の車両に搭載した小型コンピューター (Raspberry Pi) とモーターコントローラーの間で通信を行い、モーターを用いて制御することを目標とした。

2. 活動内容

2.1. 台車について

3DCAD を用いた台車の設計と制作を行った。5 インチゲージでは線路幅が 127mm (5inch) であるため、この幅に合わせて輪軸・台枠などを制作しなければならない。また、車体との干渉を避けるために高さを抑える必要もあるため、駆動用の部品を車輪間のわずかな空間に搭載する必要がある。そこで、幅・長さ・高さともに 60mm 程度と小型であり、高出力で重量のある車体を動かせる H5055 モーターを選定した。このモーターは電動キックボードに用いられるブラシレス DC モーターであり、1 台で 1380W の出力があるため、将来的に人を乗せての走行にも対応できる。この台車の設計にあたって、1 台車あたり 2 台のモーターを搭載可能な構造とした。3DCAD での台車全体の設計イメージを以下の図 1 の左の画像に示す。

この台車は主に輪軸と台枠、駆動系からなる。輪軸は図 1 の中央の画像に示すように、車軸や車輪などの回転部分から構成される。台枠は図 1 の右の画像に示すように、線路と平行に配置されてベアリングを介して輪軸を固定する側はりや、2 つの側はりやモーターを固定し防振ゴムを介して車体に接続する横はりから構成される。駆動系は動力を生み出すモーター、モーターの回転軸と車軸に取り付けるプーリー、プーリー同士を繋ぎ動力伝達を行うタイミングベルトから構成される。

本格的に制作を行う夏季休業の以前に 3DCAD を用いて設計を行い、必要な材料や部品の発注を行った。調達した材料については穴あけなどの加工を行ったが、クリエの設備で加工が困難な物については外部に発注を行った。

輪軸については、車軸にプーリーと車輪を圧入したのち、ベアリングを取り付けた。台枠については、追加工を行い、2つの側はりで両側から輪軸を固定し、横はりを介して側はりをねじ止めた。また、横はりの両端に防振ゴムを取り付け、これを介して車両と接合した。駆動系については、モーターを固定用の金具で台枠に固定し、平行キーを用いてモーターの回転軸にプーリーを固定しつつ、車軸に圧入したプーリーとの間にタイミングベルトを張った。

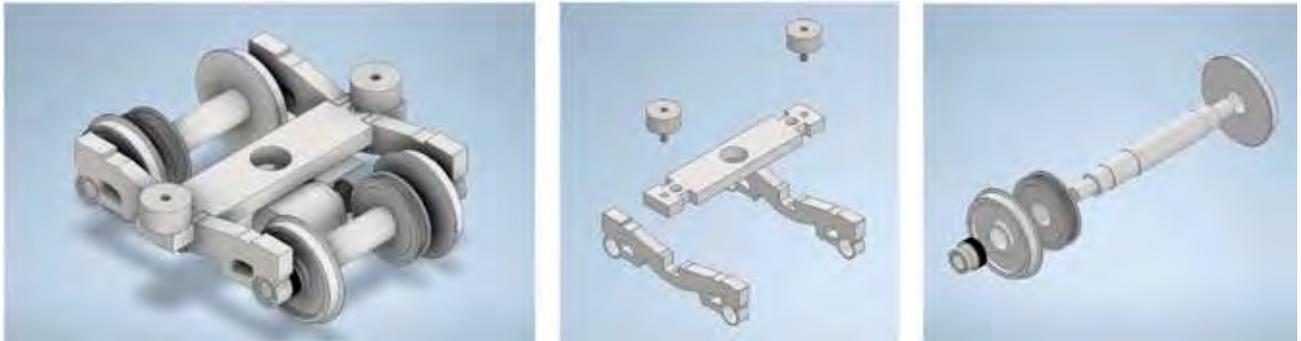


図1 台車の設計イメージ（全体、台枠、輪軸）

2.2. 制御システムについて

制御システムの開発についての活動を大別すると①各配線の接続、②運転者用のプログラムの作成、③車両制御用のプログラムの作成である。各活動の概要を説明したのち、活動の流れを示す。

配線については、電力用のより線のケーブルによる接続と信号用ケーブルによる機器間の接続を行った。まず、以下の図2に示すように電力供給用の配線を接続した。バッテリーからブレーカー、モーターコントローラー、モーターの間ではより線の導線に丸形圧着端子を取り付け、ねじやボルトによって固定した。また、以下の図3に示すように信号用の配線を接続した。モーターとモーターコントローラーとの間は付属のホールセンサー用のコネクタを使用した。小型コンピューターからモーターコントローラーやスピーカーの間などではUSBケーブルを用いて接続を行った。



図2 電力供給用の配線の図

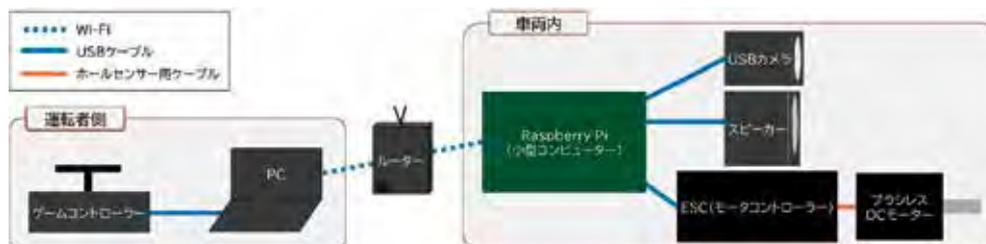


図3 信号用の配線・Wi-Fi接続の図

運転者用のプログラムはウェブブラウザ上で動作する仕様として、HTML、CSS および JavaScript を用いてグラフィック表示と運転用コントローラーの情報取得、車両との通信を行った。このプログラムは初心者が運転する場合でも車両や運転用コントローラーの状態が容易に分かることを目指して開発を行った。画面左と右下に速度計と前面展望を大きく表示し、画面左端に運転者用コントローラーでの加減速の指令状態、画面右上に前進・後退、バッテリー電圧、モーター電流などの情報を表示した。また、このプログラムに関する情報のやり取りのイメージを図4に示す。

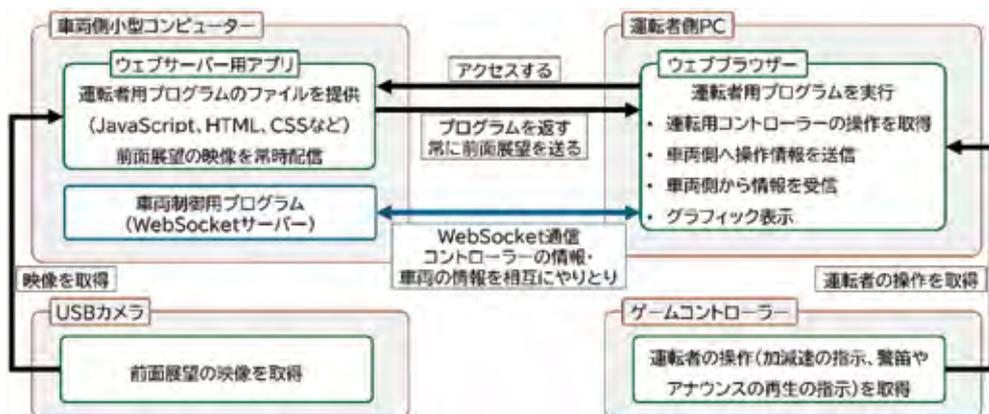


図4 運転者用プログラムの主な実行内容と情報通信

車両制御用のプログラムでは、Python を用いて運転者側の PC との通信とモーターコントローラーとの通信、スピーカーでの音声再生などを行った。このプログラムでは、運転者側の PC から受信した運転者用コントローラーの情報と現在のモーターの状態をもとに、次のモーターの回転数を決定してモーターコントローラーに指示を出す処理と、スピーカーで音声を再生する処理、そしてモーターコントローラーから受信した各実測値の情報を運転者側の PC へ送信する処理を行っている。

このプログラムを開発するにあたって、走行中の進行方向反転のような危険な操作への対策を施すことと、プログラムの処理や通信による遅延を減らすことを意識して開発した。さらに今後の機能拡張に備えて、可読性を高めることや、処理を適度に関数化することで容易に再利用できることを目指して記述した。また、このプログラムの主な情報のやり取りのイメージを図5に示す。

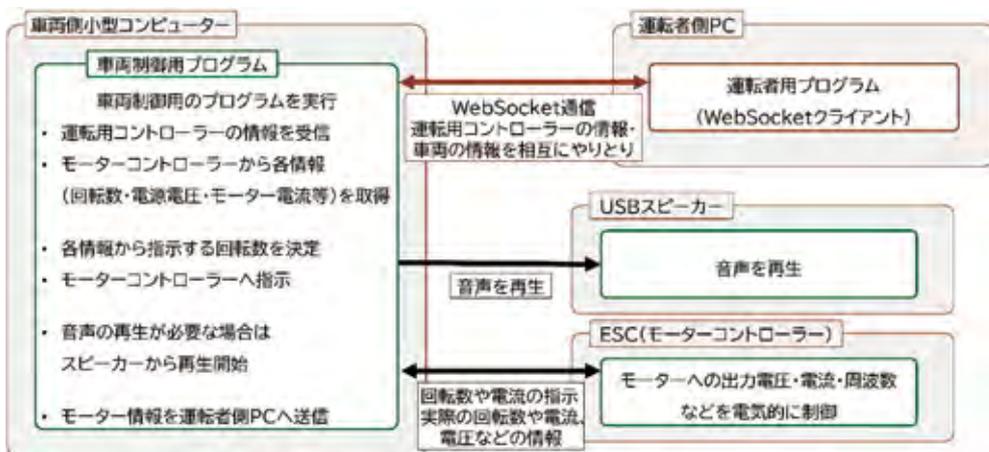


図5 車両制御用プログラムの主な実行内容と情報通信

制御システムの開発にあたって、台車の制作が完了するまでの期間は個人の PC からモーターコントローラーへ直接指示を出すかたちで、金具で転倒や移動を防止したモーターを回転させることで開発を行った。この期間でモーターコントローラーとの通信用ライブラリである「pyvesc」の扱いを学習し、モーターコントローラーからの情報取得や、回転数の計算、モーターコントローラーへの指示の処理を記述した。また、試作段階であったグラフィック表示についても改良を行った。

台車と車両の完成後に配線の接続を行い、実際の動作環境で、運転者側との通信処理とスピーカーでの音声再生の処理を記述し、ここに予め開発したモーター関連のプログラムを追加した。しかし、この時点では一度の処理の所要時間が平均 367ms であり、運転者用プログラムとの通信間隔である 50ms を超過し、遅延が発生した。そこで実行時間の短縮に取り組み、一度の処理の所要時間を平均 5.15ms まで短縮することで遅延を解消した。

3. 活動の成果や学んだこと

20mの直線を走行するにあたって十分な性能の台車が完成した。また、初めて運転体験を行ったイベントの来場者にも直観的かつ安全に車両を操作できる制御システムが開発できた。これらの台車と制御システムにより、おもしろ科学まつりとミッション成果発表会において来場者による運転を実施できた。しかし、クリエの建物内では正常に動作する状態であっても、会場では動作が安定しない問題が発生した。原因として輸送時の振動によると考えられるねじの緩みなどの動力伝達機構の不具合と、来場者が増えた際に電波が干渉することによる Wi-Fi 接続の不安定化が挙げられる。

本ミッションの活動において、重量のある車体を安定して制御することや、エラーや遅延が不定期に発生する機器間の通信の難しさを改めて感じた。ハードウェアに関して、特に高出力のモーターやバッテリー用いるときの回路製作における注意点や安全対策について、実践的に学習できた。ソフトウェアについては、動的解析によってボトルネックや無駄な処理を改善することで処理速度を向上させる経験ができた。また、非同期通信や並行処理を用いたプログラムについて学習した。

4. 今後の展開

今後、本ミッションにおいて行えなかった曲線の走行性能についての検証や、問題が発生した会場への輸送と混線時の通信の改善を行いたいと考えている。また、線路端での自動停止機能や機械的なブレーキの実装といった安全性を高める機能の拡張を検討している。

5. まとめ

本ミッションでは 3DCAD を用いた台車の設計・制作と、JavaScript や Python 等を用いた車両の遠隔制御システムの開発を行った。この台車と制御システムを搭載した車両を用いて様々な来場者による運転体験を実施できた。一方で、将来的な乗車体験に向けての検証の不足や、実験場所での試験走行と運転会場での走行では同様のパフォーマンスを得られない問題も発生した。

本ミッションを通じて、ブラシレス DC モーターと ESC を用いた重量物の制御と、並行処理や非同期処理を用いた通信を中心に、目標とする動作を実現するための様々な処理やその動作原理について学ぶことができ、非常に良い経験をできたと考えている。

1. ミッションの概要と目標

【ミッション内容】

今年度のミッションは「ローカル線で貸切列車運行ミッション」とし、一般参加者を対象に参加費無料のモニターツアーを実施した。

・目的

- ・団体の認知度向上
- ・貸切列車運行によるメンバーの企画・運営スキルの向上

・具体的目標

- ・団体の基盤を整備する
- ・貸切列車運行のノウハウをメンバー内で共有
- ・得られた知見を次回以降のイベント実施へ活かす

2. ミッションでの成果と実績

2.1 熊本電鉄でのイベント実施

・背景

- ・代表は高校時代に「赤パンツアーの会」を立ち上げ、九州の地方鉄道で多数の貸切イベントを実施

・イベント概要

- ・2024年10月20日、熊本県・熊本電鉄にて撮影イベントを開催（知人を招待）
- ・イベント運営プロセスをメンバー内で共有し、経験値を蓄積

2.3 貸切列車同好会「めーぶる」としての組織体制の構築

・活動開始と基盤作り

6月より活動を開始し、まず団体としてのシステム構築に力を入れる。

・具体的取り組み

- ・将来的な金銭の受け取りを見据え、HPやSNSアカウントを整備
- ・他団体の規約を参考に、会則やプライバシーポリシーを作成

・成果

組織運営の基盤が固まり、今後のイベント運営に向けた準備が進展

3. 初回モニターツアーの計画と実施

【目的】

広く団体の活動を周知し、話題作りを図るため、無料モニターツアーを初回イベントとして実施。

3.1 開催概要と選定プロセス

・開催日時：2024年12月8日

・開催地の選定

地元和歌山電鉄を含む関西圏の地方鉄道と比較検討した結果、周辺人口が多く話題性の高い京都府の叡山電鉄線が最適と判断



3.2 広報活動

・主要手段

- ・SNSを中心とした情報発信
- ・複数のイベントサイトへの掲載依頼
- ・運行前後の報告をリアルタイムに実施

・効果と課題

- ・YouTubeでの映像報告や、全国紙での鉄道雑誌に代表執筆記事が掲載されるなど、多方面で高い反響を得た
- ・一方、想定していたよりもSNS投稿数が伸び悩む点は、今後の広報戦略の重要な改善課題として認識



3.3 創意工夫

- ・車内クイズ大会を実施し、沿線の魅力などを参加者に伝える工夫
- ・鉄道ファン向け企画として、通常は使用されない留置線の活用を鉄道会社と交渉の上実現



3.4 報告と反省

・報告

- ・SNS、YouTube、雑誌等の多様な手段で実施様様を詳細に報告
- ・多くの鉄道ファンや観光客から好意的な反応を得る。特に多くの観光客から目線を奪うことができたことで叡山電鉄を初回ツアーの実施地点に選定したことの効果を実感

・反省点

- ・広報において「映え」を意識できなかった点や、タイトルのヲタ感を削減するなど、より洗練された表現方法が求められる
- ・今後のイベント企画に活かすべき具体的な改善策の検討が必要

4. 課題と今後の展開

4.1 現在の課題

・参加者・会員の集客

初回モニターツアーの成功を受け、会員内で参加者を拡大し、継続的なツアー実施を目指す計画でしたが、実際には集客に苦戦する結果に。

4.2 脱出策の検討

・クラウドファンディング

- ・一般の方々を対象に、団体設立への賛同を募ることで資金調達と新規参加者の獲得を図る

・他団体とのコラボレーション

- ・他イベント企画団体との連携を模索
- ・貸切列車内での共同イベント開催により、従来の枠を超えた新たな企画を展開し、認知度の向上と斬新な視点の獲得を目指す

4.3 来年度の展望

・次回イベントの計画

来年度は、5月または6月に和歌山県内での貸切列車イベントを計画

・ビジネスライクな活動としての目標

広報手段をさらに強化し、会員数の増加とツアー運営の損益分岐点0（売上と経費が釣り合う状態）を目指し、活動を持続可能な状態に導く。

5. ミッションからの学び

5.1 プロジェクト管理

・実践的な学び

貸切列車イベントの企画・運営を通じ、スケジュール管理やタスク分担の重要性、さらに企画やアイデア創出の難しさを実感

5.2 マーケティング・広報

・ターゲット分析

対象層の分析を行い、効果的な情報発信方法を模索する中で、SNS活用の厳しさや改善策の必要性を学ぶ

・広報の反響

多角的な広報活動により、実際の反応から改善点が明確になり、次回以降の戦略に活かすべき貴重な経験となった

5.3 リスク管理

・リスクへの対処

貸切列車運行に伴う多様なリスクを事前に想定し、トラブル防止のための計画策定や問題発生時の迅速な対応方法を習得

・実践の重要性

現場での経験を通して、リスク管理の具体的な手法が身についたことは、今後のイベント運営において大きな財産となる

和歌山大学学生自主創造支援部門（クリエ） クリエプロジェクト
＜2024年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：交通たび企画「めーぷる」

ミッション名：ローカル線で貸切列車運行ミッション

ミッションメンバー：観光学部1年陣野大誠, システム工学部1年秋谷快勇, 観光学部1年田村心花, 観光学部1年肥後優花, システム工学部4年香山力也, 観光学部1年米窪愛美, システム工学部1年西村柊彩, 経済学部1年佐々木康輔, 社会インフォマティクス学環1年中野真和, 観光学部1年戸山怜音, 観光学部1年新家礼響, 教育学部1年山田朝貴

キーワード：貸切列車 イベント企画運営 旅行商品 アイデア構想 ローカル線

1. 背景と目的

本ミッションは、ローカル線を活用した貸切列車イベントを通じ、メンバーの企画・運営スキルの向上を図ることを目的として実施した。代表者は、高校時代より九州地方で個人主催の貸切列車イベントを多数実施してきた。その活動を通じて、単に鉄道を楽しむだけでなく、鉄道を活用したイベントの企画や旅行商品の開発に関心を持つようになった。この想いに共感する仲間が集まり、貸切列車を一般参加型の企画旅行として運営するプロジェクトが発足した。

具体的な目標として、本団体の認知度向上を目的とした一般参加者向けの参加費無料の貸切列車モニターツアーを実施した。この取り組みを通じて、以下の成果を目指した。団体の基盤整備として、イベントを通じ、持続可能な組織運営体制を確立すること。ノウハウの共有として、貸切列車運行の企画・実施のプロセスをメンバー間で共有し、スキル向上を図ること。ここで得られた知見、初回モニターツアーで得られた反省点や改善点を次回以降のイベントに活かすこと。

最終的な到達点として、ミッションによる外部資金援助に頼ることなく、団体内で安定した資金運用を行い、定期的に貸切列車イベントを開催できる体制の確立を目指す。今後もこの目標を掲げ、持続可能な活動の実現を目指していく。

2. 活動内容

2.1 事前準備と組織体制の整備

本プロジェクトは、6月より活動を開始し、まずは将来的に発生する金銭の受け取りや運営面の整備を見据え、ホームページおよびSNSアカウント（図1-1,1-2,1-3）の開設を進めた。また、他団体の規約を参考にしながら、会則およびプライバシーポリシーを作成し、組織運営のための基盤づくりを実施した。これにより、貸切列車同好会「めーぷる」としての体制が固まり、各メンバーの役割分担やタスク管理が明確化された。



図 1-1

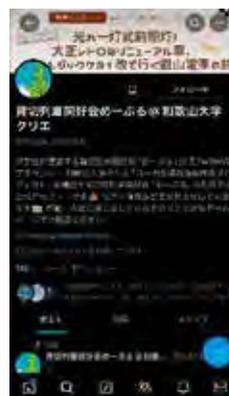


図 1-2



図 1-3

2.2 試験イベントとしての熊本電鉄での撮影会

2024年10月20日、熊本電鉄を利用した撮影イベントが開催された(図2)。このイベントは、代表者が高校時代に実施していた「赤パンツアーの会」での経験を踏襲し、知人を招待する形で行われた。イベント運営のプロセスは、事前の企画会議から当日の運行、終了後の反省会に至るまで、全メンバーで詳細に共有され、貸切列車運行の具体的な手順やリスク管理の重要性を全体で認識した。



図 2

2.3 初回モニターツアーの計画と実施

本ミッションの中心となる初回モニターツアー(図3)は、一般参加者を対象に参加費無料で実施され、団体の認知度向上と広報効果を狙った。開催日は2024年12月8日と定め、複数の関西圏の地方鉄道(地元和歌山電鉄を含む)を比較検討した結果、周辺人口の多さや話題性の点から、京都府の叡山電鉄線が最適な開催地として選定された。ツアーでは、参加者に対して貸切列車内でのクイズ大会など、沿線の魅力を楽しく伝える企画が盛り込まれ、イベントの盛り上がりを図るとともに、鉄道ファンのみならず広範な層からの関心を集められるよう意識をした。



図 3

2.4 広報活動と創意工夫

広報活動においては、SNS(Twitter、Instagramなど)を中心に情報発信が行われ、イベント前後の運行状況や模様をリアルタイムに報告した。また、YouTubeにて映像での報告が実施され、鉄道雑誌にも代表による記事が掲載されるなど、多方面で反響を得た。加えて、通常は乗車中に入れず留置線の活用など、鉄道ファン向けの企画として独自性のある取り組みを実施した。車内クイズ大会(図5)やオリジナルの「たびのしおり」(図6)などを通して、沿線地域の歴史や魅力を参加者に伝える工夫がなされ、イベント自体の魅力度を高められるよう取り組んだ。



図 4 車両掲出のオリジナルヘッドマーク



図 5



図 6

3. 活動の成果や学んだこと

3.1 活動成果

本ミッションの成果として、以下の点が挙げられる。

- ・運営体制の確立： ホームページ、SNS、会則、プライバシーポリシーの整備を通じ、組織運営の基盤が固まった。
- ・実践的経験の蓄積： 熊本電鉄での試験イベントおよび初回モニターツアーの実施により、イベント運営に必要なスケジュール管理、タスク分担、リスク対策が実践的に学べた。
- ・広報効果の向上： SNS や各種メディアへの情報発信により、一般参加者および鉄道ファンからの反応が得られ、団体の認知度が向上した。
- ・企画力と創意工夫： 車内クイズ大会や留置線活用など、通常とは一線を画した企画が成功し、今後のイベントに活かすべき創意工夫の実例となった。

3.2 学び

ツアーを企画・運営する中で、スケジュール管理やタスクの分担など、メンバー間でのマネジメントについて深い学びを得た。多様な考えを持つメンバーが一つの目的のために集まり、各自の意見・意志をしっかりと把握しながら適切な役割を与えツアー運営のためのタスクを実行するプロセスは、メンバーそれぞれにとってマネジメントについて実践的に学ぶ機会となった。さらに、過去事例との差別化を図った新たなアイデアを創出する上で、その実行には一層の苦勞が伴うことを実感した。また、広報活動においては、対象を広く取りすぎた結果、ターゲットの明確な絞り込みができず、中途半端な印象を与えてしまったという反省があった。これを踏まえ、SNS の活用法や発信の手法について、より具体的かつ効果的な改善策を模索することができた。加えて、リスク管理の重要性も学んだ。事前に想定される様々なトラブルに対して、どのように対処すべきかを計画し、迅速な対応策を考えるプロセスは、実際の運営における具体的な手法として非常に有益であった。このように、ミッションを通してイベント作りの大変さ、特に一般の参加者を巻き込む際の困難さを実感すると同時に、その苦勞を乗り越えた先にある楽しさや達成感についても学ぶことができた。今回の経験は、今後の活動や企画運営において、管理能力やリスクへの備え、広報戦略の重要性を再認識する貴重な学びとなった。

4. 今後の展開

初回モニターツアーでは多くの成果を上げることができたものの、会員数の増加や参加者の集客の面において予想以上の苦戦があった。また、SNS を活用した広報活動においても、想定よりも投稿の伸びが芳しくなく、広報戦略の見直しが求められる結果となった。これらの課題に対応するため、団体は資金調達的手段としてクラウドファンディングを実施し、団体設立への賛同を広く募るとともに、他のイベント企画団体との連携を模索することで、貸切列車内での共同イベントなど新たな企画展開を図る方針を検討している。さらに、ターゲット層の再分析を基に効果的な情報発信方法を導入し、SNS 投稿の内容や頻度を改善することで、より多くの参加者の獲得を目指す。来年度に向けては、和歌山県内で大学前期に貸切列車イベントを計画し、今回得た知見を活かして、ビジネスライクかつ持続可能な運営体制の構築、会員数の増加、ツアー運営の損益分岐点ゼロの達成を目指し、団体の自立運営を実現することが展望

される。

最終的には、貸切列車運行のノウハウを広く伝える活動にも取り組んでいく意向である。こうした活動により、組織運営力、企画力、コミュニケーション力といった実務的なスキルを着実に向上させ、情報発信の技術やマーケティングの基礎を習得することにもつなげていきたい。

5. まとめ

本ミッションでは、貸切列車イベントを通して組織運営の基盤整備や実践的な企画運営スキル、リスク管理の重要性を学んだ。各メンバーが一丸となり、試験イベントやモニターツアーの企画・実施に取り組む中で、広報活動の効果向上や新たなアイデアの創出にも成功した。これらの成果は、今後のクラウドファンディングや他団体との連携、持続可能な運営体制の構築へとつながると確信している。私たちは、情熱と創意工夫をもって活動を継続し、着実にスキルを向上させながら、より多くの参加者に喜びを提供できるイベントを創出していく。

また、代表者の感想として、まず一般の人々を巻き込んでイベントを実施する場合、考慮すべき事項が多岐にわたることを改めて実感した。また、鉄道会社の貸切イベントという特性上、根本的な難しさが存在するため、企画・運営ともに大変であることは否めない。しかしながら、その困難さを乗り越えて実際に取り組んでみると、楽しさを感じると同時に、未来や将来への展望について考える機会となり、企画に対する新たな興味や可能性を見出すことができた。

末筆ながら、本ミッション実施にあたりご協力いただいた鉄道会社様及び参加者の皆様、そしてクリエイ関係者の皆様に感謝申し上げます。