

2023 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
2023 年度プロジェクト報告 (基金特別ミッション)	西村 竜一 3
和歌山大学ソーラーカープロジェクト Brigestone World Solar Chareng2023 での完走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)	
和歌山大学ソーラーカープロジェクト AI による設計提案ソフトウェアの有効利活用に関する研究 13 ソーラーカー公道環境下における走行シミュレート(エネルギーマネジメント)手法の確立... 23	
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ゲーム..... 31	
脳情報総合研究プロジェクト 脳波と心拍数を用いた感情推定モデルの作成..... 43	
ロボットプロジェクト 無線通信を用いたサッカーロボット同士の連携..... 51 VVVF インバータ製作ミッション 59	
NC 機械製作プロジェクト CAMデータによるモータ制御の研究..... 67	
新クリエイティブ映像制作プロジェクト！-Filmage-	
テレビ和歌山共同番組制作..... 75 ソーラーカードキュメンタリー制作..... 83	
服&本の交換プロジェクト「GREEN CLOSET」 服&本の交換イベント開催による、「ファッション・スワップ」の認知度向上と、 環境負荷および学生の経済的負担の軽減..... 91	
IT ものづくりプロジェクト「AppLii」 大学混雑度提供アプリ..... 101	

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、継続して学生の主体的な学習を支援しています。それらの活動は「クリエプロジェクト」と「ミッション」に大別され、教員の指導を得ながら、2023年度も多くの優れた成果をあげることができました。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、2023年度和歌山大学に発足したイノベーションイニシアティブ基幹アントレプレナーシップデザインセンターの中に組織された「学生自主創造支援部門」として生まれ変わりました。今回の組織変更は、学生の自主性と自由な発想を尊重し活動を支援するといった、クリエ発足時に掲げた目的をもう一度見直しながらも、共通する課題解決にむけて、対等な立場で協調・協力する協働の思想も継承した、新しい『クリエ』としての出発になります。

クリエプロジェクトの中には、これまでも学内外問わず多くの方々に関わりながら活動を行っているプロジェクトも多くあります。このような活動はプロジェクトの目的達成のためだけでなく、多角的にもものを見る力の養成にもつながります。クリエとしても新たな組織の趣旨に則り、地域の企業、団体さまと連携したプロジェクト活動を積極的に支援します。また、2021年度からは企業と学生プロジェクトが協働して、双方が持つ課題の解決や教育研究を担う新たな取り組みである、地域協働教育連携（地域協働オープンラボ）の仕組みを構築し現在5社の企業さまと協定を締結しています。その事業の一環として2023年度は「はんだ付け講習」、「3Dモデリング講習」を実施しました。今後も参画企業の拡充を図りながら、企業や団体さまとクリエとの協働を念頭に機能的な活動を進めてまいります。

これまで、学内外を問わず多くの方々や企業、団体さまのご協力を賜りながらクリエは発展し、2023年度末時点では21の学生プロジェクトで、400名以上の構成員が活動する場となっています。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、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。

和歌山大学イノベーションイニシアティブ基幹
アントレプレナーシップデザインセンター
学生自主創造支援部門(クリエ)
部門長 井嶋博

2023 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）
部門担当教員 西村 竜一

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』にご理解とご協力を賜り、誠にありがとうございます。

「クリエプロジェクト」は、本学の学生と教員が共に活動し、互いを理解し、学内外の社会とも協働することで、PBL（プロジェクト型・課題解決型学習）の主体的で深い学びを実践するための教育プログラムです。和歌山大学の学生が、自由な発想と科学的創造性に基づき、課題解決を目指した学生プロジェクト活動を日々展開しています。

2023 年度「クリエプロジェクト」では、21 の学生プロジェクトが活動しました。この報告書集では、その中から「ミッション」として採択された 12 の意欲的な挑戦の成果（報告書）を掲載しています。「ミッション」では、学生からの提案課題を書類とプレゼンで審査し、活動資金ほかで支援しています。ご高覧いただき、ご意見などを頂戴できますと幸いです。

2023 年度になり、クリエの組織名は変更になりましたが、「クリエプロジェクト」に参加する学生たちは変わらずで、コロナ禍前の活気を取り戻したようです。

ソーラーカープロジェクトの学生にとっては、過去最大の挑戦であるオーストラリア世界大会の初参戦の年となりました。ダーウィンからアデレードまで南北縦断約 3,000km を 5 日間で走破する過酷なレースです。残念ながら、約 1,000 km を走行した 3 日目にリタイアになりましたが、帰国後の学生の顔からは彼らの成長を見ることができ、心からの感慨を覚えました。

また、この挑戦では、非常に多くの皆さまからご支援をいただいたことが印象的でした。学生と教職員のみならず、学外の皆さまからのサポートがあり、世界大会参戦は実現することができました。ご支援をいただいた皆さまには深く感謝を申し上げます。

また、学外の皆さまとの交流の機会も増えてきました。2023 年 11 月 4 日（土）日 5（日）に本学キャンパスで 4 年ぶりに開催することができた「青少年のための科学の祭典－2023 おもしろ科学まつり－和歌山大会」には、2 日間で 3,231 人のご来場がありました。この「おもしろ科学まつり」に、クリエからは、学生が開発したロボットやゲーム、ソーラーカーの出展を行いました。2023 年 10 月 28 日（土）開催の「わだいフェスタ」では、ソーラーカープロジェクトのオーストラリアからの生中継（レースの結果報告）を実施したほか、服&本の交換プロジェクト「GREEN CLOSET」、クリエデザインプロジェクト、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

エクト、ロボットプロジェクト、新クリエ映像制作プロジェクト！ -Filimage-の各プロジェクトに参加する学生が来場者の皆さまと意見交換をさせていただきました。毎年7月オープンキャンパスにもクリエプロジェクトは参加しています。また、クリエ独自行事の6月ミッション審査会、3月ミッション成果発表会では、学外からも多くの皆さまのご参加いただき、議論に参加していただきました。ありがとうございました。

2024年度、クリエは交流の機会をさらに増やし、皆さまとの連携を強化していきます。企業や地域の皆さまとの協働を通じて、学生の学びを支援し、社会への貢献を目指します。これまでに「地域協働オープンラボ」協定企業5社（太洋テクノレックス株式会社、株式会社島精機製作所、ノーリツプレシジョン株式会社、デュプロ精工株式会社、株式会社 Relic）の皆さまには技術講習会等を通じた交流を始めていただいています。人材不足が深刻な社会問題化となり、皆さまと共にあるコミュニティを強みとする教育活動の展開が重要になってきていると考えています。さらに多くの皆さまにこのコミュニティにご参加いただけますと幸いです（ぜひクリエまでご連絡ください）。

最後に、皆さまに再度ご支援のお願いです。クリエの学生プロジェクト活動の継続と発展には、皆さまからのご寄付が不可欠です。これまでのご支援に心より感謝申し上げます、今後もクリエの活動にご理解とご支援を賜りますよう、お願い申し上げます。

今後も皆さまとのご縁を大切にし、より良い未来に向けて、教職員一丸となった人材育成に取り組んで参ります。

【2023年度クリエプロジェクト一覧】

- クリエゲーム制作プロジェクト
- 和歌山 ASEAN プロジェクト(WAP)
- 和歌山大学ソーラーカープロジェクト
- MITILAB EdTech プロジェクト
- クリエデザインプロジェクト
- 脳情報総合研究プロジェクト
- NC 機械製作プロジェクト
- 高野山観光推進プロジェクト「ばあむ。」
- パワーエレクトロニクスプロジェクト
- 和歌山大学宇宙開発プロジェクト (WSU)
- 新クリエ映像制作プロジェクト！ -Filimage-
- 世界農業遺産交流プロジェクト「ひなたぼっと」
- ワダイのひと！ 和大 OB・OG お仕事取材ファイル
- 服&本の交換プロジェクト「GREEN CLOSET」
- ロボットプロジェクト
- 天体継続観測プロジェクト
- データ分析プロジェクト“Hello, World!”
- IT ものづくりプロジェクト「AppLii」
- ワカヤマン！（鳥人間）
- Adds（地域の情報発信）
- 音楽コンサート創造プロジェクト

クリエからご支援のお願い

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、日頃より格別のご支援を賜り心から御礼申し上げます。クリエでは、これまでに多くの企業、団体、個人の皆さまからのご寄付を頂戴し、「クリエプロジェクト」をはじめとする人材育成に活用させていただいています。私たちは、これまでの感謝の気持ちを忘れることなく、皆様の期待に応えられるよう、魅力的な人材の育成に全力で努めて参ります。一方で、国からの交付金に依存しない独自財源の確保は、教育研究活動の質を維持するためにも欠かせないものとなっています。クリエにご寄付のご検討をいただける際には、お手数をおかけいたしますが、次の〈お問合せ先〉までお知らせください。改めてご説明させていただきます。今後とも、ご支援をお願い申し上げます。

なお、クリエには、ご寄付等以外にも、ボランティアとしてお持ちの技能や知識を元に学生のご指導にご協力をいただく「クリエサポーター」の制度等もございます。その詳細につきましても、お問合せをいただけますと幸いです。

〈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

TEL : 073-457-8504

FAX : 073-457-8502

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

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

『和歌山大学基金』のご案内

クリエにご寄付をいただく際、簡単な手続きでご寄付をいただける『和歌山大学基金』をご利用いただくことができます。『和歌山大学基金』によるご寄付の方法については、下記のホームページをご覧ください。クレジットカードや銀行口座からのお振込みに対応しています。1口5千円としていますが、それより少額からのご寄付も可能です。

『和歌山大学基金』でご寄付をいただける場合、「特定目的支援基金」をご選択いただき、「寄付使途」等の欄に「クリエ」とご記入いただきますようお願い申し上げます。

なお、クリエに対するご寄附では、税制上の優遇措置が受けられます。

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

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

<2023 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 Chareng2023 での完走を目的とした新車体の製作

ミッションメンバー：経済学部 2 年野谷帆香,システム工学部 3 年浅井紀海,システム工学部 4 年溝口智規,システム工学部 4 年生田所遥斗

キーワード：BWSC リチウムポリマー バッテリー ソーラーカー エネルギーマネジメント

1. 背景と目的

和歌山大学ソーラーカープロジェクトは発足して約 20 年、国内のソーラーカーレースで多くの結果を残してきた。国内で安定的に上位に入ることができるようになってきた 2015 年頃、私たちは新たに世界最高峰のソーラーカーレースと呼ばれる Bridgestone World Solar Challenge 2023（以下 BWSC）に出場し、完走するという目標を掲げた。

うめ☆号では、ソーラーカーレース鈴鹿や白浜 ECO-CAR チャレンジなどの大会に出場してきた。これらの大会は 3～5 時間の耐久レースであり、オーストラリアの公道を 5 日間で約 3000 キロ走る BWSC とは大きくレースの形式が異なっていた。そのため、速度より長く走り続けること意識した新たな車体とバッテリーの設計、製作が必要となった。

この大会を出場・完走するためには、車体の耐久性とバッテリー性能の信頼性が求められる。車体の耐久性を上げるために車体の一番外側であるカウル部分をカーボンで製作する必要があった。また、バッテリーも長く走り続けられるようなものを検討した結果リチウムポリマー電池が最適と考えられた。

本ミッションは BWSC に出場、完走するため、レギュレーションを満たしつつ、長距離で気温差の激しい環境下でも耐えることのできる設計、製作を行うことを目的とする。

そのために、BWSC を意識した車体の設計を行ったり、資金調達に励んだりすることについて 2023 年の BWSC に出場することができた。

2. 活動内容

2.1 バッテリーの直列数の決定

まず、今回参戦した BWSC ではレースの総消費のうちソーラーパネルからの発電量が 9 割以上を占める。そのため、電気系システムを含めたバッテリー電圧はソーラーパネルの発電量を最大限にできるような設計が必要になる。ここでは、①ソーラーパネルの配置、②カウルの設計、③MPPT の設計、の 3 点のバランスを取りバッテリーの直並列数を決定していく。

2.2.1 カウルの設計とパネル配置

BWSC のレースの特徴として、基本的に北から南を走り続けるため、レース中の 8:00～17:00 では太陽を背に向けて走ることになる。そのため、できるだけ影にかからず走行をするにはキャノピーより後ろのセルを増やし、安定した発電量を実現する必要がある。

モノハルでは、今回は SunPower セルを使用したため 125mm×125mm（セルカットなし）にセル間隔を 1mm として、126mm の倍数から横幅を考えていく。前面投影面積を考慮した空力設計とソーラーパネルの配置可能面積を考慮すると、横幅のサイズはソーラーパネルを横 9 列か横 10 列で設計していくのが良いと考えた。9 列で設計した方が前面投影面積の削減から空力性能の向上が見込めるが、今回のフレームの位置ではキャノピー後ろのセルは 144 枚、10 列では 158 枚になる。9 列にするとカウル先端のパネル枚数も増え、発電量がかなり少なくなると考え、横 10 列、横幅 1300mm で設計することにした。（図 1）

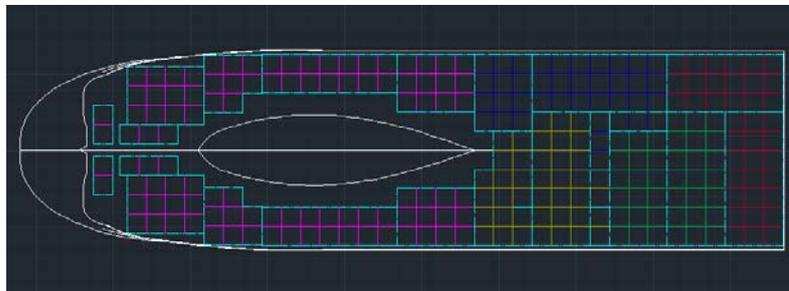


図 1：2023 年製作 Orca のパネルの配置

2.2.2 MPPT 設計とバッテリー一直並列数の決定

MPPT 設計では、影のかかりにくいキャノピーより後ろのセルとキャノピー周りのセルに分けて考えた。キャノピーより後ろのセルでは柏会製の MPPT（図 2）を 4 分割、キャノピー周りのセルでは波越エレクトロニクス製の MPPT の合計 5 分割で設計した。

ここでの変数は、MPPT の数、MPPT の昇圧率、キャノピー後ろのセル枚数(今回は 2.2.1 で決定した)、バッテリー電圧とし、昇圧率を最小にすることを最終目標にする。結果として、バッテリーは 28 直 9 並列、MPPT4 つでソーラーパネル 158 枚分を昇圧するのが一番昇圧率が小さくなった。

28 直での最大電圧は $4.25 \times 28 \text{ 直} = 119\text{V}$ 、最小電圧は $3 \times 28 \text{ 直} = 84\text{V}$ のため、ソーラーパネルだけの電圧を 120V に設定した。そのため 1 つの MPPT あたり 30V になるように昇圧を行う。1 セルの電圧は 0.63V のため、39 枚だと 24.57V、41 枚だと 25.83V になるため、それぞれの昇圧率は 1.22、1.16 となった。（図 3）これらを考える際の注意点は柏会製の MPPT には 23V~37V の範囲内で設計する必要がある。

キャノピー周りのセルでは、波越エレクトロニクス製の MPPT1 つで全てを昇圧し、影がかかった状態でも 119V を超えて発電できるように設計した。

KW-MPPT 仕様	
最適太陽電池 (1000W/m ² 値)	開放電圧: 10V~30V以内 短絡電流: 6.5A以下 (ピーク 7.5A以下) 最大出力: 125W以下
昇圧出力電圧	入力電圧 × 1.1 以上から上限電圧まで 上限電圧調節範囲: 23 - 37V
推奨昇圧比範囲	1.1 - 3 (Vout/Vin)
効率	最大 99% 以上 (Vout=34.5V, 昇圧比: 1.15 時)
本体消費電流	4.5mA (無負荷)
基板サイズ	90(W) × 40(D) × 19(H)mm (端子台実装時、Hは端子台高さ)
取付ネジ穴ピッチ	82mm × 32mm (φ 3.4mm、M3サイズ)
重量	42g (ヒートシンク含む)

図 2：MPPT 仕様書

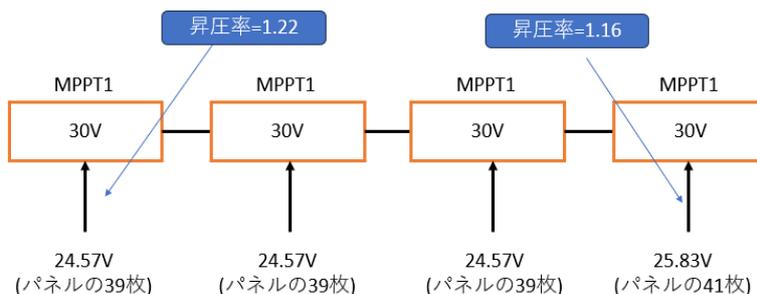


図 3：MPPT 設計のプロセス

2.2 エネマネ手法の模索

ここでは、3000kmの完走を目指したバッテリーのエネルギーマネジメント計画を考える。街の区間ごとにエネルギーマネジメントをし、総走行距離と総走行可能時間、CS(コントロールストップ)での待機時間、走行中と朝夕の発電量を考慮し、巡行速度を決定していった。この段階では初挑戦ということもありデータが少なかったため発電量はソーラーパネルの効率から予測した。車体の走行消費は旧白浜空港滑走路で走行して得たデータを参考にした。それらを Excel で組み、自動で計算できるようにし、レース中にも応用して使用できるようにした。(図4)

日	区間	出発	到着	区間距離	合計距離	day 合計	CS時間	出発	到着	km/h	速度	到着時刻	close time	走行エネルギー消費Wh	発電量Wh	発電量kw	バッテリー残量Wh	%
10月22日	1日	Derwin	ADL River	113	113		4:55	10:00	11:45	65	1:44	11:44		1888	673	1167	4888	95.6
		ADL River	Pine CK	214	227			11:45	13:30	65	1:45	13:30		1401	699	1217	4854	92.0
		Pine CK	Katherine	90	317			13:30	14:35	65	1:03	14:35	日 17:00	1115	621	869	4398	86.9
		CS1						14:35	16:25	65	0:30	16:25		95	538	269	4691	91.5
		Katherine	Mataranka	104	421			1:55	16:25	17:00	65	1:35	17:01		1284	390	623	3970
10月23日	2日	夜発電												95	508	508	4524	89.6
		印刷発電												95	508	508	5092	100.6
		Mataranka	Larimah	75	496		9:15	9:00	9:10	65	1:09	9:09		933	365	421	4556	90.7
		Larimah	Daly Water	87	583			9:10	10:30	65	1:20	10:30		1076	593.88	792	4302	85.0
		Daly Water	Dunmarra	48	631			10:30	11:15	65	0:44	11:14	5:15:00	608	657.09	482	4176	82.5
		CS2						11:15	11:45	65	0:30	11:48		95	687.95	344	4484	88.5
		Dunmarra	New castel WT	77	708			11:45	12:55	65	1:11	12:56		959	705.5	835	4360	86.2
		New castel WT	Elliot	25	733		9:15	12:55	13:20	65	0:23	13:18		335	885.314	263	4287	84.8
		Elliot	Renner Springs	91	824			13:20	14:45	65	1:24	14:44		1128	820.828	869	4029	78.6
		Renner Springs	R-T泊車	145	969			14:45	17:00	65	2:13	16:58		1765	989.65	854	3127	51.8
	夜発電												95	508	508	3691	73.0	

図4：実施のエネマネマップの一部

2.3 車体の耐久性の向上

BWSC では今まで参戦してきたソーラーカーレース鈴鹿と違い、3000kmを走れるだけの耐久強度が必要になる。また、オーストラリアの路面はサーキットとの環境とは大きく異なり、路面も悪環境である。そのため、今回はカーボンカウルに初挑戦し、強度向上を車体コンセプトの一つとした。

今までは発砲系の素材でカウル製作をしてきたが、より強度が必要になることから初めてフルカウルの製作に挑んだ。カウルのCFRP成型には5mの一体型からハンドレイアップ成型(ウェット積層)で行った。

まず、今回の型の削り出しはミタテ工房様にスポンサーとしてご協力をいただいた。削りだされた型を接続し、パテで表面処理しサフでコーティングを繰り返す。水研ぎまで終わると、雌型製作にむけて割り立てと離形処理を行う。(図5) 割り立てには建築用のバックアップ材にアルミテープを張り付ける。この割り立ては真空状態にする際のシーラントテープを貼る場所になるため大きめに取っておくほうが良い。今回は50mm取ったが十分とは言えず真空にする際に苦労をしたので倍の100mm以上は必ず取っておきたい。離形処理にはボンリース、リンレイ(油性ワックス)、PVAをそれぞれ個別に2~3回繰り返した。最後にゲルコート塗布する。



図5：割りたての様子

次に雌型の製作について。カウルの抜き勾配の関係からアッパー部分1分割ととロア部分が2分割の合計3分割にて雌型をつくっていくことにしたが、次の工程でカーボンを積層する際に先端部分が上手く真空引きできない可能性をご指摘いただき4分割で割ることになった。

雌型の 1.2 層目にはサーフェスマットを凸凹にならないように丁寧に積層していく。この層が型から抜いた時の表面になる。3 層目以降は強度を出すのが目的となるためガラスマットをポリエステル樹脂で硬化させていく。ガラスマットは 4~5 層にした。最後に格子状の木枠も一緒に積層し、真空引きした際に雌型が歪まないように補強する。(図 6) 数人で作業を進めたが故に最後まで終わらず 2 日に分けて作業することもあった。

硬化が終われば型から外し、雌型に残る凹凸をパテで修正してから離形処理まで同じ工程で行う。カーボン、リリースフィルム、バキュームパック、ハニカム(コア材)、ブリーザークロス等の副資材のサイズ調整も前もって終わらせ、順に積層していく。コア材はペーパーハニカムを使用した。アッパーには全面、ロアにはハニカムが曲げられる範囲内で厚み 5mm のものを使用した。



図 6：雌型製作の様子

3. 活動の成果や学んだこと

結果は、レース 3 日目、987km 地点(TennantCreek)に到達することができたもののコントロールストップ閉鎖時間までに間に合わず、公式記録 632km 地点(Dunmarra)にて今回の挑戦を終えることとなった。そもそものマシンのスペック不足や、電気系のトラブルやアームの破損などレース前にトラブルを出し切ることができなかつた故のトラブルが多かつたことが反省として挙げられるが、車検にも合格でき約 1000km もの距離を走破できたことは、次に生きる経験になったと考える。また、活動を通じて技術的な知識や経験はもちろんのこと、学生自主プロジェクトでのチーム運営は社会に出た時でも生きる経験となった。

4. 今後の展開

本ミッションで BWSC2023 完走に向けて製作した Orca は、2024 年 10 月に開催される白浜 ECO-CAR チャレンジ 2024 (以下白浜大会) に出場し、総合優勝を獲得するために改修を行っていく。さらに、Orca を用いてレース経験を積みながら、BWSC2025 で出場、完走、そして Top10 入りという新たな目標を達成できるように、新車体の製作に取り組む。この目標を達成するために、新体制で一からソーラーカーを設計製作することで、当プロジェクトのものづくりレベルの向上やわかやまのものづくり業界を発展させていくことに繋がると考える。

5. まとめ

今回のミッションでは、BWSC 完走を当プロジェクトの目標として掲げ、車体の耐久性やパネルの配置を考慮したバッテリーシステムに着目し活動を行った。また、BWSC 完走に不可欠なエネルギーマネジメントの計画も行った。活動の成果としては大会 3000km のうち 987km の走行でリタイヤとなり悔しい結果となったが、次の挑戦を目指す上で必要なデータや経験を得られたと考える。

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 (2023.11.18)
- ・「2023 年度活動成果報告、2024 年度活動計画報告」協賛企業向け活動報告会 (2024.1.25)
- ・「BWSC2023 初挑戦に向けた 4 輪ソーラーカー”Orca”の開発」日本太陽エネルギー学会 (2024.2.24)
- ・「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～」Fab Meetup Kyoto (2024.3.6)

和歌山大学ソーラーカープロジェクト

Bridgestone World Solar Challenge2023での
完走を目的とした新車体の製作

<2023年度ミッション成果発表会>

ミッションメンバー： 経済学部2年 野谷帆香
システム工学部3年 浅井紀海
システム工学部4年 溝口智規
システム工学部4年 田所遥斗

1

背景

【当PJの目標】
Bridgestone World Solar Challenge(BWSC)2023
に出場し、完走する。

出場、完走するにあたり**車体の耐久性**と
バッテリーの性能の見直しが必要となった

2

目標

BWSC2023に出場・完走するためレギュレーションを満たしつつ、**長距離で気温差の激しい環境下でも耐える**ことのできる設計・製作を行う



3

活動内容

1.バッテリーの直列数の決定

以下の3点のバランスを取りバッテリーの直並列数を決定

- ①ソーラーパネルの配置
- ②カウルの設計
- ③MPPTの設計

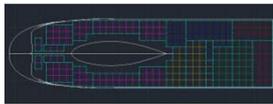
4

活動内容

2-1.カウルの設計とパネル配置

BWSCのレースの特徴として太陽を背に向けて走る。
パネルに影を作らないように、キャノピーより後ろのセルを増やす必要がある。

→空力設計とソーラーパネルの配置可能面積を考慮し、横10列、横幅1300mmで設計することに



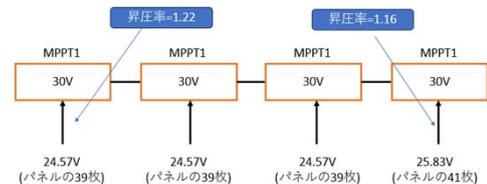
Orcaのパネル配置

5

活動内容

2-2. MPPT設計とバッテリー直並列数の決定

MPPTの数、昇圧率、キャノピー後ろのセル枚数(今回は2.2.2で決定した)、バッテリー電圧とし、昇圧率を最小にすることを最終目標にする。



MPPT設計のプロセス

6

活動内容

3.エネマネ手法の模索

以下を考慮し、効率的な走行計画（巡行速度）を決定していった。

- ・ 総走行距離
- ・ 総走行可能時間
- ・ CS(コントロールストップ)
- ・ 朝夕の発電時間

区間	区間名	距離(km)	所要時間(分)	平均速度(km/h)	備考
1区	1-1	10.0	100	60	
	1-2	10.0	100	60	
	1-3	10.0	100	60	
	1-4	10.0	100	60	
	1-5	10.0	100	60	
	1-6	10.0	100	60	
	1-7	10.0	100	60	
	1-8	10.0	100	60	
	1-9	10.0	100	60	
	1-10	10.0	100	60	
2区	2-1	10.0	100	60	
	2-2	10.0	100	60	
	2-3	10.0	100	60	
	2-4	10.0	100	60	
	2-5	10.0	100	60	
	2-6	10.0	100	60	
	2-7	10.0	100	60	
	2-8	10.0	100	60	
	2-9	10.0	100	60	
	2-10	10.0	100	60	

実施のエネマネマップの一部

7

活動内容

4.車体の耐久性の向上

3000kmを走れるだけの耐久強度が必要。

そのため、今回は**カーボンカウル**に初挑戦し強度向上を車体コンセプトの一つとした。

◎カウルのCFRP成型は、5mの一体型からハンドレイアップ成型(ウェット積層)で行った

8

活動内容

◎カウル成型
(木枠組み立て)

- ↓ (ウレタン貼り付け)
- ↓ 雄型作成(削り出し)
- ↓ 表面処理
- ↓ 割りたて



雌型製作の様子



割りたての様子

- ↓ 雄型離形処理
- ↓ 雌型製作(木枠含む)
- ↓ 脱型
- ↓ 雌型離形処理
- ↓ 本体積層

9

活動成果・学んだこと

結果は987km地点(TennantCreek)にて終了した。
(公式記録では632km地点)

反省点として

マシンのスペック不足
レース前のトラブル検出が不完全 等が挙げられる。

完走は叶わなかったが、車検にも合格でき、約1000kmもの距離を走破できたことは次に生きる経験となったと考える。

10

今後の展開

【新たな目標】

- ・ 白浜ECO-CARチャレンジ2024 **総合優勝**
- ・ BWSC2025 **出場、完走、Top10入り**



11

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
＜2023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：AIによる設計提案ソフトウェアの有効利活用に関する研究

ミッションメンバー：システム工学部2年大倉啓輔, システム工学部3年岡崎翔太, システム工学部2年赤井晴輝, システム工学部2年溝口楽仁

キーワード：AIによる設計提案 ジェネレーティブデザイン 足回り部品 産学連携

1. 背景と目的

近年、AIを活用した設計提案技術が発達し、様々なソフトウェアが開発されている。これらはものづくりのプロセスを変革する画期的なツールであり、これから普及・発展していくことが期待される技術である。例えばクルマづくりの業界には「いかに軽くて丈夫な部品を作るか」という永遠に正解にたどり着かない課題が存在する。このような命題に対して、「より正解に近い解決策」を実現するために生まれた新技術がAIを活用した設計提案である。AIを活用した設計ソフトの一つに、Autodesk社が開発販売しているGenerative Design(以下GD)がある。設計目標とともに機能、空間条件、材料、製造方法などのパラメータを入力すると、ソフトウェアが実現可能性のある設計案をすばやく複数提案してくれる。

このように、AIを活用した設計提案という技術は部品設計において有用であるが、その運用の際には特に留意しなければならない問題が最低でも二つ発生すると考えられる。一つ目は、AIが提出した設計案を吟味するのはあくまで人間であるという点である。AIの提案を評価できるだけの知識が人間にないと、AIの誤った提案をそのまま採用してしまう危険がある。二つ目は、AIというエンジニアの能力限界を正確に使用者が把握する必要がある点である。例えばGDでは入力できる条件・情報が限られている。入力されていない条件・情報についてGDは検討できず、そこがGDというエンジニアの能力限界となる。その線引きを正確に把握しておくことは必須となる。また、この二点以外にも実際に使用していると新たな課題が明らかになる可能性がある。

AIにできることはとても多く、演算内容も複雑であるため、AIは完璧なエンジニアであると錯覚してしまうことがある。しかし先述のように、その利活用においては使用者が確実に回避しなければいけない課題がある。そこで本ミッションではGDに習熟することを通して、AIを活用する際の課題の検討やAIソフトの有効性の把握、すなわちAIによる設計提案ソフトウェアの有効利活用について明らかにすることを目的とする。

2. 活動内容

2.1 GD勉強会の実施

本ミッションでは、GDという新技術を取り入れるにあたって、GDを取り扱う応用技術株式会社様(大阪)をはじめとした、これからGDを取り入れようとしている株式会社吉松工機様(和歌山)や西原精工株式会社様(和歌山)、金剛ダイス工業株式会社様(大阪)と共に、オンラインで意見交換会を計4回、和歌山大学と応用技術株式会社様本社でのGD合同勉強会を実施した。

2.2 足回り部品をGD部品に変換

GD合同勉強会で学んだことをもとに、GD技術の習熟を目的に、キャリパーステー(図1)・Aアーム(図2)・サスペンション固定(図3)をGDを用いて設計を行った。図4がAIを用いずに設計・製作した足回り部品である。本ミッション経費をこれらの部品の製作に使用した。



図1 キャリパーasteー

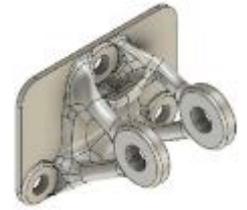
図2 Aアーム

図3 サス固定

図4 自作部品

2.3 自作部品とGD部品の比較・評価

本ミッションでは、2.2においてデータ上で変換したGDのうち、金属3Dプリンタで製作し、オーストラリアの公道約1000キロを走行したソーラーカーに搭載することができた、キャリパーasteー（図1）とサスペンション固定（図3）について比較・評価を行った。



①キャリパーasteー自作

②キャリパーasteーGD

③サス固定自作

④サス固定GD

製作方法	切削（フライス盤）	積層（金属3Dプリンタ）	切削（フライス盤）	積層（金属3Dプリンタ）
従来材料	アルミニウム A7N01	アルミニウム ALSi10Mg	アルミニウム A7N01	アルミニウム ALSi10Mg
質量	239.3g	124g	69.35g	40.1g
コスト	約 3,000 円	約 49,000 円	約 1,000 円	約 16,000 円
製作時間	約 10 時間	約 12 時間	約 7 時間	約 9 時間
製作精度	±0.1~0.2mm	±0.1mm	±0.1~0.2mm	±0.1mm

①・③が自作部品で、②・④がGD部品である。特に着目したい点が、質量とコストである。質量は、自作部品からGDを用いて製作したことで、キャリパーasteーは48.1%軽量化、サス固定は42.1%軽量化に成功した。しかし、製作費として、キャリパーasteーは16.3倍、サス固定は16倍のコストがかかってしまった。

評価として、白浜旧滑走路やノーリツプレジジョン株式会社様の駐車場をお借りした試走行ったり、オーストラリアの公道約1000キロを走行したりしても、外見の損傷は確認されなかったことから、GD部品は自作部品より軽くて丈夫な部品であると考えられる。ただし、内部に損傷があるかもしれないことや、見た目ではわからない範囲での歪みがあるかもしれないことを明らかにするため、今後CTスキャンを行って評価を行っていく予定である。

2.4 報告書作成

AIによる設計提案ソフトウェアの特性、限界、使用の際の注意点、活用可能性を考察した。

2.4.1 特性

AIによる設計提案ソフトウェアの特性は主に3つあると考える。

1つ目は、コストがかかるということである。金属3Dプリンタでの造形は2.3より自作部

品より15倍以上のコストがかかってしまう。また、本ミッションでは教育版ライセンスを使用した。教育版ライセンス以外はGDで設計してデータ上で出力する段階で、つまりAIに設計をさせる段階でコストがかかってしまう。

2つ目は、加工時の熱変形により1mmほどの精度誤差ができることがあるということだ。加工時に高熱のレーザーを用いることによって熱膨張がおこる。また、縦方向に積層するため、円形部分が楕円になる可能性もある。図5において赤丸で示すような、平らな面の造形部分で熱歪みにより反る可能性がある。

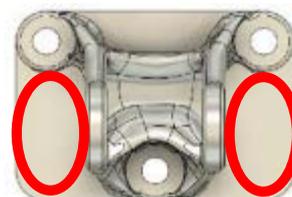


図5 歪み部分(赤丸)

3つ目は、後加工が必要ということである。積層によってできた表面には凹凸があり、ボルトで固定する面はその凹凸をなくす必要があったり、GD部品にネジをきるためにタップ加工が必要になったりすることがある。

2.4.2 限界

AIによる設計提案ソフトウェアの限界は主に2つあると考える。

1つ目は、完成部品に修正が効かないということである。自作部品は後から切削や溶接といった修正・加工ができるが、GD部品は切削すると、AIが設計した必要最低限の強度を落としてしまうことになる。そのため、後加工する場合は、再度強度解析を行う必要がある。

2つ目は、パーツによってはそれほど軽量化できないということである。そもそもアルミではなく、カーボンで製作したほうが軽くて丈夫な部品をつくることのできる場合もある。

2.4.3 使用の際の注意点

AIによる設計提案ソフトウェアの使用の際の注意点は主に2つあると考える。

1つ目は、荷重定義が難しいということである。足回り部品には、路面状況や操舵状況の変化により想定外の力がかかる可能性がある。そのため条件設定の段階で、安全率を高く設定する必要がある。その結果、強度を重視し、それほど軽量化できずに生成される場合がある。

2つ目は、条件設定の段階でGD部品だけを考慮すると危険ということである。オーストラリアを走ったことで、サスペンション固定のGD部品を取り付ける土台となるカーボンサンドイッチで作られた車体側が剥離してしまった。原因は固定される土台部分は動かないものとして解析を行っていたことにある。このようなことを防ぐために、取り付ける側の強度解析も必要である。



図6 剥離部分(赤丸)

2.4.4 活用可能性

AIによる設計提案ソフトウェアの活用可能性として、2.4.1~2.4.3で述べた7つの特性や限界、使用の際の注意点を考慮した上で、AIが提示してくれた最適解を人間が判断することで、より軽くて丈夫な部品をつくることのできると思う。

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つである。

1つ目は、GD部品を金属3Dプリンタで製作しソーラーカーに搭載できたということである。応用技術株式会社様と密に連携することで、本ミッションで明らかにできたAIによる設計提案ソフトウェアのデメリットを克服し、実際に製作したGD部品をソーラーカーに搭載し評価できたことはGD部品の

実現可能性を高め、当プロジェクトのものづくりレベルの向上に繋がったと考える。

2つ目は、部品に想定される荷重を明らかにできたということである。オーストラリアの公道を約1000キロ走ったことで、足回り部品が破損したり、カーボンが剥離したりするなど新たな問題を見つけることができた。A アームと呼ばれる足回り部品が100キロ走行した時点で破損した。このことから解析をした結果、部品にかかった力は4500N～5000Nであったと考えられる。GD 部品を設計するにあたって、荷重の条件定義が難しいという注意点があげられるが、一つの知見が得られたことで、今後のGD設計や解析段階における荷重定義がより正確なものとなると考える。

3つ目は、GD部品の実現にあたって産学連携を強化することができたということである。合計8つのGD部品の設計・製作を大阪と和歌山の企業4社と合同で進め、オンラインでの意見交換だけでなく、企業様を和歌山大学に招き、和歌山でGDの合同勉強会を実施することができたのも地域貢献や産学連携の強化に繋がったと考える。

4. 今後の展開

今後の展開は主に3つである。

1つ目は、報告書を共有するということである。本ミッションで作成した報告書は、クリエの他のものづくりプロジェクトや本学学生がAIを用いた設計を行う際に一読する価値のあるものとなる。

2つ目は、さらに軽くて丈夫な車体の製作を行っていくということである。今回ソーラーカーに搭載したGD部品を、応用技術株式会社様のご協力のもとCTスキャンする。内部の破損や歪み等の確認を行うことで、GDの有用性についてさらに評価を行い、軽くて丈夫な車体づくりに貢献していきたい。

3つ目は、産学連携の強化を計るということである。今回ご協力いただいた大阪や和歌山といった企業様と共に、GDやGD以外の技術の研究を行うことで、当プロジェクトのものづくりレベル向上だけでなく、わかやまのものづくり業界を発展させることもできると考える。

5. まとめ

本ミッションを通して、実際に2つの足回り部品を、AIを用いて設計・製作を行った。2つの部品は共に、AIを用いずに設計・製作した部品よりも強度を保ったまま40%～50%軽量化することができた。また、2D設計・3D設計・強度解析を人間の手で行っていた時間をAIに任せることで短縮し、条件設定を考えたり、設計案を選別したりする時間にあてることができた。さらに、GD部品を金属3Dプリンタで製作することで、数時間危険が伴う機械加工の作業を省くことができ、製作の負担も減らすことができた。これらのことから、「いかに軽くて丈夫な部品をつくるか」という永遠に正解にたどり着かない課題に対して、「より近い解決策の実現」としてAIによる設計提案ソフトウェアの活用が有効だと考える。しかし、以下の7つの注意点に留意する必要があると考える。①コストがかかる ②熱変形により1mmほどの精度誤差がでる ③後加工が必要 ④完成部品に修正が効かない ⑤パーツによってはそれほど軽量化できない ⑥荷重定義が難しい ⑦GD部品だけを考慮すると危険

また、今回製作したGD部品については、応用技術株式会社様のご協力のもと、歪みや内部に破損がないか評価するためにCTスキャンを行う予定である。しかし、1つの部品をCTスキャンするだけで10万円以上かかるため、CTスキャンの結果も踏まえてGD部品の有用性について吟味していきたい。

6. 発表実績

- ・「3DPrinting 部品を実装して挑む！世界最高峰のソーラーカーレース ～Fusion360 で実現した3DPrinting 技術で目指す「脱・流用設計」～」応用技術株式会社オンラインセミナー（2023.7.28）
- ・「2023年度活動成果報告、2024年度活動計画報告」協賛企業向け活動報告会（2024.1.25）

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

和歌山大学ソーラーカープロジェクト

AIによる設計提案ソフトウェアの有効利活用 に関する研究

<2023年度ミッション成果発表会>

ミッションメンバー：システム工学部2年 大倉啓輔
 システム工学部3年 岡崎翔太
 システム工学部2年 赤井晴輝
 システム工学部2年 溝口楽仁

1

1

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

目次

1. 背景と目的
2. 活動報告
3. 活動の成果
4. 今後の展開
5. まとめ

2

2

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. ミッションの背景

乗り物をつくる上で追求している課題
||
いかに軽くて丈夫な部品を作るか

これまでの製作の流れ

```

  企画 → 2D設計 → 3D設計 → 強度解析 → 設計見直し → 製作
  
```

問題点

- ・設計技術の不足から軽い部品が作れない

3

3

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. ミッション提案

AIによる設計提案ソフトウェア
||
ものづくりプロセスを変革する画期的なツール

```

  企画 → 2D設計 → 3D設計 → 強度解析 → 設計見直し → 製作
  
```

↓

```

  企画 → 条件入力 → AIによる設計提案 → 人間による設計選抜 → 製作
  
```

4

4

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. 新製作プロセスの課題

```

  企画 → 条件入力 → AIによる設計提案 → 人間による設計選抜 → 製作
  
```

この流れでものづくりする際に予想される問題点

- ① 設計案を吟味するのは人間である点
- ② AIの能力限界を把握する必要がある点

実際に使用することで新たな問題点が、

5

5

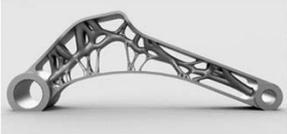
Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. 研究目的

ミッションの最終目的

AIによる設計提案ソフトウェアの有効利活用法を明らかにすること

ジェネレーティブ デザイン (通称GD)



Fusion360 ジェネレーティブデザイン※1

※1 <https://www.autodesk.co.jp/campaigns/generative-design/education>

6

6

2.到達目標

ミッションの到達目標

AIによる設計提案ソフトウェアの

- ・特性
 - ・限界
 - ・使用の際の注意点
 - ・活用可能性
- を明らかにすること

7

7

2.実施手段

目標達成のための手段

- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

8

8

2.実施手段

目標達成のための手段

- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

9

9

2.GD勉強会の実施

応用技術株式会社（大阪）
(株)吉松工機（和歌山）
西原精工株式会社（和歌山）
金剛ダイス工業株式会社（大阪）

令和5年4月 ・意見交換会（オンライン）

令和5年5月中旬 ・GD合同勉強会（和歌山大学）

令和5年5月下旬 ・GD合同勉強会（応用技術本社）

令和5年6月 ・意見交換会（オンライン）

令和6年1月 ・意見交換会（オンライン）

令和6年2月 ・意見交換会（オンライン）

10

10

2.実施手段

目標達成のための手段

- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

11

11

2.GD技術の習熟



※ミッション経費使用



キャリバーステーGD部品



AアームGD部品



サス固定GD部品

12

12

2.実施手段

目標達成のための手段

- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

13

13

2.比較対象部品

- ①サスペンション上固定
- ②キャリパーステー



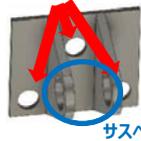
14

14

2.比較対象部品①

- ①サスペンション上固定

3か所ボルト固定



従来製法	切削（フライス盤）
従来材料	アルミニウムA7N01
質量	69.35g
GD目的	軽量化 作業性向上

15

15

2.比較・評価



製作方法	切削（フライス盤）	積層（金属3Dプリンタ）
従来材料	アルミニウムA7N01	アルミニウムALSi10Mg
質量	69.35g	40.1g
コスト	約1,000円	約16,000円
製作時間	約7時間	約9時間
製作精度	±0.1~0.2mm	±0.1mm

16

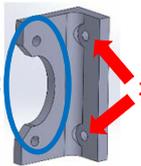
16

2.比較対象部品②

- ②キャリパーステー

キャリパー固定

2か所ボルト固定



従来製法	切削（フライス盤）
従来材料	アルミニウムA7N01
質量	239.3g
GD目的	軽量化

17

17

2.比較・評価



製作方法	切削（フライス盤）	積層（金属3Dプリンタ）
従来材料	アルミニウムA7N01	アルミニウムALSi10Mg
質量	239.3g	124g
コスト	約3,000円	約49,000円
製作時間	約10時間	約12時間
製作精度	±0.1~0.2mm	±0.1mm

18

18

2.実施手段

目標達成のための手段

- I. GD勉強会の実施
- II. 足回り部品をGDを用いた部品に変換
- III. 自作部品とGD部品の比較・評価
- IV. 報告書作成

19

19

2.目標達成手段Ⅳ

AIによる設計提案ソフトウェアの

- ・特性
- ・限界
- ・使用の際の注意点
- ・活用可能性

を考察し、報告書をまとめた

20

20

2.特性（メリット）

・強度を保ちつつ軽量化できる

金属3Dプリンタで製作し、安全率2で製作した場合、40～50%ほど軽量化できる

・設計時間を短縮できる

2D設計・3D設計・強度解析の時間を、AIに任せることで、条件を考えたり設計案を選別する時間にあてられる

・製作の負担を削減できる

金属3Dプリンタで製作できることで、数時間危険が伴う機械加工の作業を省くことができる

21

21

2.特性（デメリット）

・コストがかかる

金属3Dプリンタでの造形は自作より10倍以上コストがかかる。教育版ライセンス以外は設計するだけでコストがかかる。

・熱変形により1mmほどの精度誤差がでる

熱ひずみにより反りの可能性や、縦方向に積層するため、円形部分が楕円になる可能性がある。

熱歪みによる反りの可能性有



・後加工が必要

積層によってできたボルト面の凹凸をなくしたり、タップ加工をしたりする必要がある。

22

22

2.限界

・完成部品に修正が効かない

自作部品は後から切削や溶接で加工できるが、GD部品は切削すると強度が落ちる可能性がある。設計ミスが許されない。

・パーツによってはそれほど軽量化できない

そもそもアルミではなくカーボンで製作したほうが軽くて丈夫な部品をつくることのできる場合もある。



アルミ製パーツ



カーボン製パーツ

23

23

2.使用の際の注意点

・荷重定義が難しい

部品に想定外の力がかかる可能性がある。そのため安全率を高く設定する。結果的にそれほど軽量化できずに生成される。

・GD部品だけを考慮すると危険

サスペンション固定を取り付ける土台となる、カーボンサンドイッチパネルで作られた車体側が剥離してしまった。取り付ける側の強度解析も必要。

剥離部分



24

24

2.活用可能性

- ①コストがかかる
- ②熱変形により1mmほどの精度誤差がでる
- ③後加工が必要
- ④完成部品に修正が効かない
- ⑤パーツによってはそれほど軽量化できない
- ⑥荷重定義が難しい
- ⑦GD部品だけを考慮すると危険

以上の特性や限界、注意点を考慮した上で、AIが提示した最適解を人間が判断することで、より軽くて丈夫な部品をつくることができる。

25

25

3.活動の成果

- **GD部品を車体に搭載できた**
GDで軽量化した部品をソーラーカーに搭載し、オーストラリアの地を約1000km走らせることができた。
- **部品に想定される荷重を明らかにできた**
部品にかかる力は4500N~5000Nであり、安全率3以上で耐えれないと3000km完走できない。
- **企業と協力してGD部品を実現化できた**
合計8つのGD部品の設計・製作を、大阪と和歌山の企業と合同で進め、産学連携を強化できた。

26

26

4.今後の展開

- **報告書の共有**
クリエの他のものづくりプロジェクトや本学学生がAIを用いた研究を行う際に有効。
- **軽くて丈夫な車体の製作**
今回車体に搭載したGD部品をCTスキャンし、内部に傷がないか等を確認し、ものづくりレベルを向上する。
- **産学連携強化**
大阪・和歌山の企業と共に、GD技術等を研究することで、わかやまのものづくり業界を発展させる。

27

27

5.まとめ

軽くて丈夫な部品を作るには、
AIによる設計提案ソフトウェアが有効

ただし！以下の注意点到留意する必要がある。

- ①コストがかかる
- ②熱変形により1mmほどの精度誤差がでる
- ③後加工が必要
- ④完成部品に修正が効かない
- ⑤パーツによってはそれほど軽量化できない
- ⑥荷重定義が難しい
- ⑦GD部品だけを考慮すると危険

28

28

2.勉強会で学んだこと

【GDの技術】
AIを用いた設計提案ソフトウェアであり、
より素早く最適解を探るための技術

【GDの使用方法】

- ①GDで軽量化したいパーツを選ぶ
- ②必ず必要になる部分を定義する
- ③不可侵領域を定義する
- ④荷重と拘束を定義する
- ⑤製造条件を定義する
- ⑥設計目標を定義する



※1 <https://www.autodesk.co.jp/campaigns/generative-design/education>

29

29

2.条件設定

①サスペンション上固定

拘束条件



荷重条件



設計領域



緑色：保持ジオメトリ
(形状をそのまま保つ領域)

荷重値：3062.5N

赤色：障害物ジオメトリ
(形状作成不可領域)

ボルト頭が固定できる
ようにφ12mm保持

車体重量250kg
1輪あたり62.5kg
走行時5Gかかる想定

6角レンチの通過エリア
サスペンション領域定義

30

30

2.条件設定

②キャリパーステー

拘束条件



荷重条件



設計領域



緑色：保持ジオメトリ
(形状をそのまま保つ領域)

荷重値：3116N

赤色：障害物ジオメトリ
(形状作成不可領域)

ボルト頭が固定できる
ようにφ16mm保持

M8ボルトの許容荷重を六角レンチの通過エリア
各ボルト穴に負荷

キャリパー部品領域定義

31

31

2.使用の際の注意点

・荷重定義が難しい

部品に想定外の力がかかる可能性がある。そのため安全率を高く設定する。結果的にそれほど軽量化できずに生成される。



破損部分



剥離部分

・GD部品だけを考慮すると危険

サスペンション固定を取り付ける土台となる、カーボンサンドイッチパネルで作られた車体側が剥離してしまった。取り付ける側の強度解析も必要。

32

32

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
＜2023 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：ソーラーカー公道環境下における走行シミュレート(エネルギーマネジメント)手法の確立

ミッションメンバー：システム工学部 2 年前田千歩, システム工学部 4 年溝口智規,
システム工学部 3 年大崎香奈, システム工学部 2 年中植日陽

キーワード：EV データ転移 走行シミュレート テレメトリ BWSC

1. 背景と目的

当プロジェクトはソーラーカーレースの世界大会「Bridgestone World Solar Challenge(以下 BWSC)」2023 年度大会においてレースの完走を目標に活動してきた。BWSC は五日間でオーストラリアの公道を約 3000km 走り切る過酷なレースであるため、緻密なレース戦略や車体状態のリアルタイムモニタリングが完走の最低条件になる。そのため当 PJ では数年前からテレメトリシステムの開発・実装によるモニタリング能力の向上に取り組んできた。しかし、テレメトリシステムを十全に活用するためには、レース中のデータと比較するための試験データや、レース中の車体状態の評価基準となる走行計画の立案、そのためのエネルギーマネジメントのシミュレーションなどが不可欠となる。本ミッションではそういったエネルギーマネジメント全体の手法を構築することを目的とし、本手法の実装・運用・評価・改善までを実施した。

2. 活動内容

2.1 テレメトリシステムの車体実装

本大会に向けて設計したテレメトリシステムの概要は以下の通りである(図 1)。今回は本大会で提出を義務付けられている走行距離・ソーラーパネル累積エネルギー・バッテリー累積エネルギーに加え、バッテリーボックス内温度とモーター電流を取得、後方伴走車に無線通信で送信する。システム基板は太洋テクノレックス株式会社様のご協力のもと作成した(図 2)。結果、パネルの発電総量・積算消費電力・バッテリーボックス内温度の取得に成功した。また、大会と同様に車列を組み、和歌山市内にて行った通信実験でも正常に通信することができた。

しかし、走行速度はノイズによって正確に計測できず、モーターからの電流値は回生による逆向きの電流を負の値として表示できなかった。これらの不具合修正を試みたが、車体製作の遅れもあって十分なリソースが割けず解決には至らなかった。また製作中に ZP と呼ばれる既存のテレメトリシステム(オメガ電子製)でも最低限レギュレーションに対応可能であることが判明し、車体実装も進んでいたものの本大会における内製テレメトリシステムの採用は見送りになった。

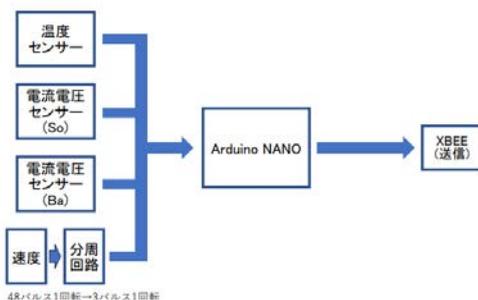


図 1 テレメトリシステムブロック図



図 2 テレメトリシステム基板

2.2 実測データ表の作成



図3 白浜試走風景

図4 実測データ表概観

wadal													
日	志	着	区間距離	合計距離	day 合計	CS即時時間	出	着	km/h	時間	経過時刻	close time 予定	
10月22日	1日	Darwin	ADL River	113	113			10:00	11:45	65	1:44	11:44	
		ADL River	Pine CK	114	227	4:55		11:45	13:30	65	1:45	13:30	
		Pine CK	Katherine	90	317			13:30	14:55	65	1:23	14:53	日 17:00
		CS?						14:55	16:05	65	0:30	16:25	
10月23日	2日	Katherine	Mataranka	104	421	1:35		15:25	17:05	65	1:38	17:01	
		早朝充電											
		Mataranka	Larrimah	75	496			8:00	9:10	65	1:09	9:09	
		Larrimah	Daly Water	87	583	3:15		9:10	10:30	65	1:20	10:30	
2月	2月	Daly Water	Bathurst	48	631			10:30	11:15	65	0:44	11:14	
		CS?						11:15	12:04	65	0:30	12:04	
		Dumpton	New castle WT	77	708			11:45	12:55	65	1:11	12:58	
		New castle WT	Elliot	25	733	5:15		12:55	13:20	65	0:23	13:18	
		Elliot	Romer Springs	91	824			13:20	14:45	65	1:24	14:44	
		Romer Springs	既一丁途中	145	969			14:45	17:00	65	2:13	16:58	

図5 実測データ表左側拡大図

図4・5)のデータを組み合わせて作成した実測データ表を示す(図4・5)。入力した速度や時刻を基に消費電力やチェックポイントへの到着予想時刻など十項目以上のシミュレーションに成功した。当日通過予定のチェックポイントや到着・出発時刻・走行速度などが時系列順に表示でき、行程表としてそのまま使用できる。

2.3 本手法の運用・評価

2023年10月22~29日に開催されたBWSC2023本戦において本手法での車体の運用を行った。(図6・7)実測データ表を用いて事前に走行計画を作成し、車体から常時送られてくる実測値を照らし合わせながら状況に合わせて計画を修正、車体を運用する。

本プロジェクトはスタート地点のダーウィンから三日間で987km走行し、クローズタイムから2時間半遅れでテナントクリークに到着、リタイアとなった。完走に至らなかった直接的な原因は主に以下の三点である。まず一つ目はソーラーパネルの発電不良だ。走行一・二日目におけるパネル発電量の時刻ごとの推移を以下に示す(図8)。二日目とも想定を下回る発電量となり、特に一日目は顕著である。帰国後にもこの問題は確認されており、現在原因究明中である。予想される原因としてMPPTの故障や熱による不具合、パネルのはんだ不良などが挙げられる。

本ミッションでは、走行シミュレータとして「実測データ表」を採用した。実測データ表とはマシンに関する実測データを蓄積したもので、走行速度ごとの消費電力量やパネルの発電量、バッテリーの放電特性などが含まれる。従来の定式やアルゴリズムを用いた一般的なシミュレータと比べて作成が容易で、実用性も高くなると予想されるため、今大会でのエネマネに活用することにした。また、今回は試験場でのデータが公道にも応用できると仮定して、オーストラリアの環境変数に加え日本国内で計測した走行データを組み合わせることで、レース走行データとの誤差やその原因、エネマネへの影響などを総合的に検証する。

2023年7月22日・23日に白浜空港旧滑走路にて新車体「Orca」の試走を行い、巡航速度ごとの消費電力やパネルの発電量の計測を行った(図3)。また、オーストラリアの日射量、日の出・日没時刻、勾配情報といった環境データ以上のデータ

二つ目は序盤の坂道における想像以上の消費である。発電量を上回る消費でバッテリー電力を消費し、その後の走行に影響が出た。走行モードの選択ミスが原因の一つとして挙げられるが、序盤の運用の見直しも必要だろう。三つ目は足回りの破損である。一日目に右側前方の A アームが折れ、その後もサスペンション固定部の食い込みやカーボンの剥離など想定外の破損が起こり、走行自体が困難になった背景がある。このように車体の不具合の影響が大きかったが、二日目にバッテリーの残量が危険域に達したり三日目に ZP の不具合が発生したりするなどマネジメントシステムとしての欠陥も確認された。



図 6 BWSC 本戦にて走行する Orca



図 7 後方伴走車内部(右下: エネマネ担当)

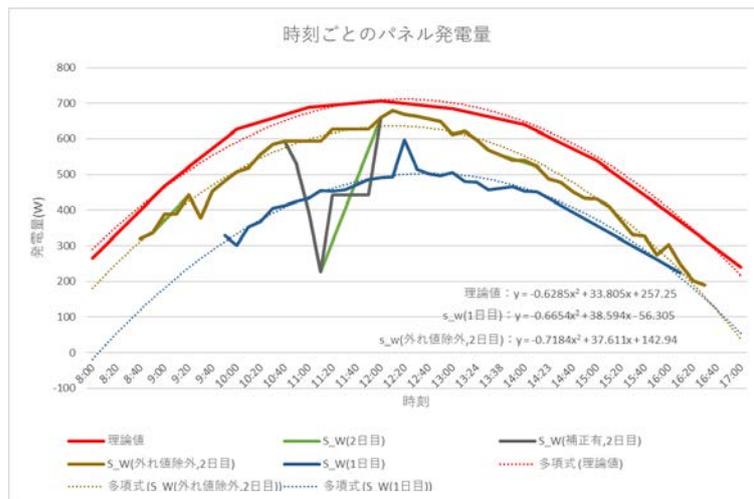


図 8 大会中のソーラーパネル発電量グラフ

2.4 本手法の改善

本プロジェクトでは大会後に実測データ表の改良を行った。自動計算できる範囲の拡大や、コントロールストップでの待機時間・弱電機器の消費電力を考慮した算出が可能になった。またバッテリー残量・走行速度が可視化され、入力エリアも整理されるなど視認性も向上している。

日付	出発地点	到着地点	出発時刻	到着時刻	移動速度 (km/h)	走行距離			総消費電力 (Wh)	モータ 消費	弱電 消費	総消費電力 (Wh)	バッテリー 残量(%)	バッテリー 残量(%)		
						計測距離 (km)	待機距離 (km)	累積移動距離 (km)								
2023年10月22日	Darwin	Adh. River	10:09:00	12:02:44	65	133	133	133	1,458	1,277	35	185	1,184	4,755	65.3%	
	Adh. River	Pine CK	12:02:44	13:48:00	65	114	114	247	1,315	1,084	35	185	1,099	4,510	69.3%	
	Pine CK	Katherine	13:48:00	15:11:05	65	90	90	337	1,085	864	35	185	781	4,235	69.3%	
	Katherine	Mataranka	15:11:05	16:47:05	65	104	104	441	1,257	998	35	223	967	3,644	71.0%	
	Mataranka	Larimah	16:47:05	17:00:00	65	73	14	455	393	134	35	223	70	3,323	65.5%	
	強制停止			17:00:00	8:00:00	0	0	0	455	36	0	36	0	800	4,685	65.3%
	Mataranka	Larimah	8:00:00	8:58:18	65	67	67	516	842	588	35	223	771	2,443	61.4%	
	Larimah	Daly Water	8:58:18	10:16:37	65	87	87	603	1,054	835	35	223	582	2,549	61.3%	
	Daly Water	Dumarna	10:16:37	11:00:55	65	48	48	651	720	481	35	223	430	2,639	62.7%	
	Dumarna	New castle WT	11:00:55	12:12:00	65	77	77	728	998	739	35	223	740	2,363	47.1%	
2023年10月23日	New castle WT	Eilat	12:12:00	12:35:05	65	25	25	753	499	240	35	223	242	2,124	42.9%	
	Eilat	Warner Springs	12:35:05	13:58:05	65	91	91	844	1,135	814	35	223	804	1,865	36.7%	
	Warner Springs	Tennant CK	13:58:05	16:25:51	65	159	159	1,003	1,785	1,526	35	223	1,508	1,277	25.3%	
	Tennant CK	Wauchope	16:25:51	17:00:00	65	116	37	1,040	614	355	35	223	199	842	17.0%	
	強制停止			17:00:00	8:00:00	0	0	0	1,040	28	0	28	0	800	1,426	32.1%
	Tennant CK	Wauchope	8:00:00	9:19:00	65	79	79	1,119	974	760	35	223	306	1,675	20.5%	
	Wauchope	Barrow CK	9:19:00	11:08:00	65	109	109	1,278	1,275	964	35	223	976	778	14.5%	
	Barrow CK	Ti Tree	11:08:00	12:57:00	65	69	69	1,517	1,548	789	35	223	971	608	12.0%	
	Ti Tree	Aberon	12:57:00	14:03:00	65	86	86	1,403	1,022	763	35	223	582	468	9.3%	

図 8 実測データ表改良版

3. 活動の成果や学んだこと

今回の活動によって得られた成果は主に二つある。一つ目は数日間にわたるレースでのエネルギーマネジメントを経験できたという点だ。本プロジェクト初の海外の公道という条件下で走行できたことは、国内レース中心に活動してきた我々の活動の幅を大きく広げたといえる。

二つ目はテレメトリ製作に関する造詣が深まった点である。先代から引き継いだ設計を発展させられたことは勿論、基板の作成や配線の取り回しといった車体実装のノウハウも獲得することができた。データの取得や通信にも成功しており、今後のテレメトリシステム実装の指針となるだろう。

4. 今後の展開

今回実装には踏み切れなかったが、引き続き内製テレメトリシステムの開発も行っていきたいと考えている。既存システムは信頼性が高くレギュレーションで必要な基本データは取得できるものの、拡張性がないという課題がある。実際、走行速度が常に表示されない、モニターが見つらいなどの問題が報告されていた。その点内製テレメトリシステムは取得するデータもその加工・表示も自由に行える。走行速度の常時表示をはじめ、モニターサイズ・表示レイアウトの変更を行ってドライバーにより配慮した表示にすることも可能である。また、BMSからのデータをテレメトリに組み込むことによってバッテリー各セルの電圧データ送信や警告音を鳴らすといったことにも挑戦していきたい。

実測データ表についても、実際の走行データや車体の不具合などを参照して十分に検証し、より正確なシミュレータに改善していきたいと考えている。必要な機能の追加やUIの改善も順次行う予定だ。また、固定値を変更して国内レースや現在設計中の新車体に適応したシミュレータの作成も可能である。さらに今回データの不足で導入を見送った機械学習に関しても、現車体での試走や国内大会の出場で収集した走行データを追加したデータバンクで導入できないか検討中である。

5. まとめ

本ミッションでは、公道環境下におけるソーラーカーのエネマネ手法を提案し、BWSC2023において必要システムの実装や手法の運用を行った。結果はリタイアとなったがプロジェクト史上最長の987km走行を達成した。今後はテレメトリの開発や実測データ表の改良を行い、本手法を改善していきたい。

6. 発表実績

「2023年度活動成果報告、2024年度活動計画報告」協賛企業向け活動報告会（2024.1.25）

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

和歌山大学ソーラーカープロジェクト

ソーラーカー公道環境下における走行シミュレート (エネルギーマネジメント)手法の確立 <2023年度ミッション報告会>

ミッションメンバー：システム工学部2回 前田千歩
システム工学部4回 溝口智規
システム工学部3回 大崎香奈
システム工学部2回 中植日陽

1

1

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

目次

1. 背景と目的
2. 活動内容
3. 活動の成果
4. 将来展望

2

2

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. 本プロジェクトの目標



本プロジェクトの目標
昨年10月に豪州で開催された
ソーラーカーレースの世界大会
「Bridgestone World Solar
Challenge 2023(以下BWSC)」
での完走

BWSCは5日間で公道を約3000km
走り切る
→緻密なレース戦略や車体状態
のリアルタイムモニタリングが
完走の最低条件

3

3

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. エネマネとは

エネルギーマネジメント (エネマネ)
ソーラーカーのエネルギーを管理し、走行ペースなどを
ドライバーに伝達。効率的な走行をサポート

- ・安全走行の維持
- ・レース戦略の立案



ピット側 (BWSCでは伴走車) ドライバー側

4

4

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

1. 本ミッションの目的

テレメトリシステムに加え、豪での十分なエネマネには

- ・新車体の走行試験データ
- ・長距離に対応した走行計画
- ・豪州での走行シミュレーション など必要

→本ミッションではこれらエネマネ全体の手法を構築することを旨す

- ・実測データによる走行シミュレータの有用性
- ・試験環境→一般環境へのデータ転用 についても検証

5

5

Wakayama Univ.
SOLAR CAR TEAM

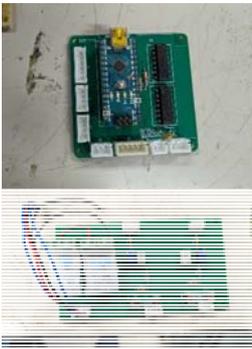
2. 活動内容

- ① テレメトリシステムの車体実装
- ② 走行シミュレータの作成
- ③ 本手法の実施・評価
- ④ 本手法の改善

6

6

2. ①テレメトリシステムの車体実装



基板作製
(太洋テクノレックス様協力)

- パネルの積算電力
 - バッテリーの積算電力
 - バッテリーボックス内温度の取得に成功。
- 無線でのデータ通信も実現

速度の取得、モーター電流の表示は不十分。従来システムでも最低限大会ルールに対応可能であることが判明し、従来システムを継続使用

7

7

2. ②走行シミュレータの作成

白浜試走(7/22-23)の実測データ・現地データを用いて走行シミュレータを作成



計測データ
• 巡行速度ごとの消費電力
• パネル発電量

現地データ
• 日射量
• 日の出・日没時刻
• 勾配情報

8

8

2. ②走行シミュレータの作成

白浜試走(7/22-23)の実測データ・現地データを用いて走行シミュレータを作成。10項目以上をシミュレート

9

9

2. ③本手法の実施・評価

65km/sでの巡行を想定し、走行シミュレータのシミュレーションをもとに走行計画を立案
走行中は後方伴走車より車体の状態をモニタリング、状況に応じて走行計画を修正

wdsai											
日	区	区	区	区	区	区	区	区	区	区	区
10月22日	Duress	ADL River	113	113		1000	11:45	65	1:44	11:44	
	ADL River	Pine CK	114	227	4:55	11:45	13:30	65	1:45	13:30	
	Pine CK	Katherine	90	317		13:30	14:55	65	1:23	14:53	日 17:00
		CS1				14:55	16:20		0:30	16:20	
	Katherine	Mataranka	104	421	1:30	13:25	17:00	30	1:36	17:00	
		区検定									
10月23日		早朝検定									
	Mataranka	Larrimah	75	496		8:00	9:10	65	1:09	9:09	
	Larrimah	Daly Water	87	583	3:15	9:10	10:20	65	1:10	10:30	
	Daly Water	Duchess	48	631		10:20	11:15	65	0:44	11:14	区検定
		CS2				11:15	11:50		0:30	11:45	
	Duchess	New castel WT	77	708		11:45	12:55	65	1:11	12:56	
	New castel WT	Elliot	25	733		12:55	13:25	65	0:29	13:18	
	Elliot	Remner Springs	91	824	5:15	13:20	14:45	65	1:24	14:44	
	Remner Springs	R-Tahiri	145	969		14:40	17:00	65	2:13	16:58	
		区検定									

10

10

2. ③本手法の実施・評価

65km/sでの巡行を想定し、走行シミュレータのシミュレーションをもとに走行計画を立案
走行中は後方伴走車より車体の状態をモニタリング、状況に応じて走行計画を修正



11

11

2. ③本手法の実施・評価

3000km中 約1000kmを走破！ 完走には至らず

原因

- パネルの発電不良
- 序盤の坂での想像以上の消費
- 足回りのダメージ

→一時バッテリーも空になりかけるなど、エネマネも十分とは言えなかった。

12

12

2. ④本手法の改善

走行シミュレータの改良

- 自動計算できる範囲の拡大
- コントロールストップ待機時間・弱電消費も考慮
- バッテリーの残量予測の可視化

日付	実施地点	実施地点	1.3.3												
			平均速度 (km/h)	区間記録 (sec)	平均電圧 (V)	電圧変動率 (%)	平均電流 (A)	電流変動率 (%)	平均消費電力 (W)	モード (%)	回転数 (rpm)	回転変動率 (%)	回転速度 (rpm)	バッテリー 残量(%)	バッテリー 消費率(%)
2023年10月27日	Darien	ADL River	10:09:50	17:50:44	60	330	133	131	1,488	1,271	36	185	1,134	4,755	100%
		ADL River	12:02:49	13:48:09	60	211	114	247	1,310	1,094	26	180	1,099	4,539	99%
		Pinac CK	13:48:50	15:11:05	60	108	90	337	1,085	962	26	180	781	4,225	99%
		Rathorne	15:11:50	16:41:05	60	204	184	441	1,234	998	26	222	867	3,844	99%
		Matsuzaka	16:42:05	17:50:09	60	75	14	450	181	134	36	221	78	3,331	99%
		調整停止	17:50:00	8:00:00	0	0	0	999	36	0	0	999	4,069	99%	
2023年10月29日		Matsuzaka	8:00:00	8:55:18	60	61	61	516	845	586	36	221	221	5,401	99%
		Larimah	8:56:18	10:14:17	60	67	67	682	1,091	829	26	222	362	2,299	98%
		Day Street	10:14:57	11:58:05	60	48	48	653	790	481	36	221	418	2,508	97%
		Delmonte	11:59:53	12:22:00	60	77	77	728	998	729	26	223	710	2,381	97%
		New castle WT	12:22:00	13:55:05	60	75	75	750	480	740	36	221	747	2,124	97%
		Utop	13:55:00	15:29:09	60	51	18	861	1,110	811	26	222	861	1,819	96%
		Reason Springs	15:29:05	16:05:51	60	158	158	1,040	1,785	1,536	36	221	1,508	1,277	95%
		Tennant CK	16:05:51	17:00:09	60	118	27	1,070	614	325	26	222	229	892	95%
		調整停止	17:00:00	8:00:00	0	0	0	1,042	36	0	0	800	1,076	93%	
2023年10月29日		Tennant CK	8:00:00	9:15:00	60	79	79	1,110	999	700	26	223	368	1,020	95%
		Wauchape	9:15:00	11:08:09	60	109	109	1,279	1,225	866	36	221	876	736	94%
		Barnes CK	11:08:09	12:31:09	60	89	89	1,217	1,058	789	36	223	811	608	92%
		Ti Time	12:31:09	14:03:00	60	86	86	1,448	1,022	763	36	223	682	469	93%
		Alison	14:03:00	15:52:09	60	109	109	1,312	719	906	36	221	909	649	92%
		Alize SP	15:52:09	17:00:09	60	107	68	1,282	416	603	36	221	414	647	92%
		調整停止	17:00:00	8:00:00	0	0	0	1,382	36	0	0	800	1,411	97%	

13

2. ④本手法の改善

→来年度白浜大会をはじめとしたOrcaの運用
大会データの解析・新車体の設計・運用 に利用

※機械学習は必要なデータバンクが揃わなかったため
行えず。今後の課題

14

3. 活動の成果

- 数日間にわたるレースでのエネルギーマネジメントを経験できた
- テレメトリシステムの設計・製作に関する造詣が深まった
- 今後の国内大会や新車体製作に活用できる走行シミュレータが得られた

15

15

4. 将来展望

- 内製テレメトリシステムの積載
既存システムにはない拡張性
 - バッテリーの異常を検知し警告音を発信
 - ドライバーが見やすい表示
- 走行シミュレータの改良
 - 国内レース・新車体への適用
 - UI・演算方法の改善
 - 今後の試走・大会でデータをそろえ機械学習を取り入れる

16

16

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
＜2023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ゲーム

ミッションメンバー：システム工学部2年森本帆乃花,システム工学部2年矢野 壮大,観光学部2年林 知咲季,
システム工学部2年森田 宏樹,システム工学部2年中尾 優允,経済学部2年萱野 恭太

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

背景と目的

私たちのチームは単純に面白いゲームを作るだけではなく、明確な目的をもってゲーム制作をしてみたいと思い目的を決めてミッションとして取り組もうと考えました。課題の設定に関しては、和歌山大学は1年時に「わかやま未来学」を必ず全員が履修する点や、観光学部を有している数少ない大学であることから、観光とゲームを組み合わせ和歌山をにぎやかにすることが和歌山大学生かつクリエゲーム制作プロジェクトのメンバーである私たちならではの企画ではないかと考えました。そこで、「和歌山に実際に来て歩きたくなるスマホゲーム」という課題を設定しました。

目的としてはゲームを通じてプレイヤーが「和歌山に実際に来て歩きたくなってくれる」ことです。具体的にはゲームをプレイすることで和歌山の特産や観光地、祭りや歴史などを知ってもらい、観光の目的地の候補にしてもらうことです。加えて、このゲームを好きになってもらうことでゲームに登場する場に行きたい、ゲームの追体験がしたいと思って和歌山を訪れてもらう、聖地巡礼のような効果も生み出すことを目的にしています。

活動内容

和歌山県の特産や観光地を紹介できる、スマートフォンで遊べるゲームを制作しました。チームではプログラマー、デザイナー、プランナー、サウンドクリエイターが、それぞれ担当に分かれました。

プログラマーは2人で構成されており、1人はメインであるすごろくゲームを担当し、もう1人はミニゲーム10種類、タイトル画面、キャラクター紹介画面などを担当しました。ミニゲームの制作は夏休み期間内に集中して取り組み、10種類完成させることができました。夏休み以降はデザイナーやサウンドクリエイターが制作した素材を元に、タイトル画面やモード選択画面などをスマホゲームとして可能な限り今風なデザインとなるように制作し、ゲームに実装しました。ここでの今風なデザインという考え方はプロジェクト当初にはなかった発想で、ゲームの寿命を伸ばすという点で重要なものであると考えています。メインのゲームは、もともと陣取りゲームとして囲碁をアレンジしたプロダクトを夏休みから制作する計画でした。しかし、仕様の追加などに耐えうるシステムの設計が難航し、制作を断念しました。そこで双六のシステム開発に方向転換しオブジェクト指向に基づいたシステムの開発を行いました。自分だけでなく、ミニゲーム制作側も見るコードであることを自覚したうえで「相手にとって分かりやすいコードとは何か?」という問いに対して、「役割ごとにオブジェクトで分けてクラス図などを作ることで、コードを読まなくともコードの仕組みを理解できるコード」という答えを導き出し、それを実行しま

した。制作当時は UML の存在を知らなかったので、独自にクラス図を作成しそれに基づいたプログラミングを行いました。これによりコーディング終了後に見返しても簡単にシステムの構造が理解でき、要素の追加も容易にできてバグも少ないシステムを作ることが出来ました。

デザイナーは、夏休み期間内にミニゲームの UI やイラストを制作しました。シンプルなイラストとドット絵の 2 種類をゲームに応じて使い分けることにより、ユーザーが飽きることのないよう工夫しました。夏休み以降はフィールドワークや調べ学習で得た情報を元に、タイトル画面や登場キャラクター、メインのすどころゲームや画面遷移のために必要な UI などを、情報が届きやすくなるよう工夫しながら制作しました。例えば、ユーザーの視線がメインゲームの方に誘導されるように、ホーム画面のボタンの大きさに強弱を加えました。キャラクターデザインに関しては、キャラクター 1 人あたりに視覚的な情報を詰め込みすぎないようにすることで、デザイナーにとってもミニキャラ化がしやすく、かつ何かしらの行動をすることによってキャラクターが活きるようなデザインになるよう心がけました。2 人体制でお互いの進捗状況を確認し合うことで、必要な素材を確実に完成できるように立ち回りながら活動を行いました。

プランナーは、登場させる和歌山県内の施設にゲームに登場させる許諾を得るための連絡を担当しました。

サウンドクリエイターは、ゲームで使用する BGM や効果音などの制作を担当しました。必要となる素材は開発初期段階にチーム内で出し合い、2 人体制で分担して作業を進めていきました。メインテーマとなる BGM は、和歌山県歌のメロディを取り入れ、和歌山県をテーマにしたゲームであることを強調しました。ミニゲームの BGM や効果音は、そのゲームの雰囲気にあった特徴を持たせるように気をつけました。

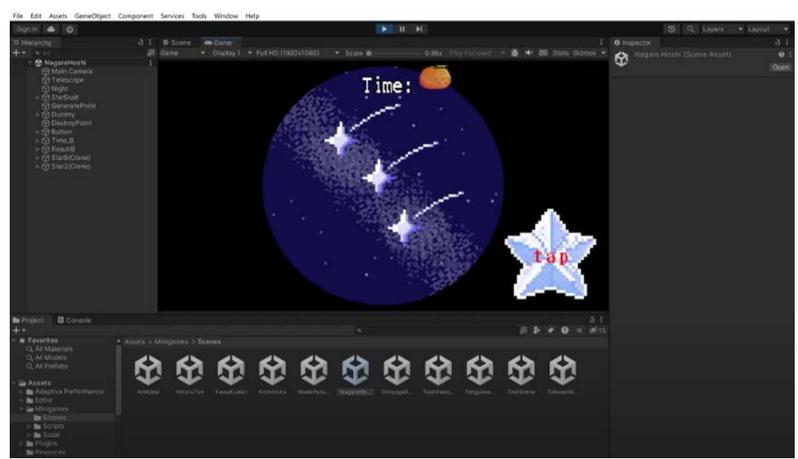
ゲーム制作に必要な和歌山の情報を収集するために、インターネットや図書館の文献を用いて情報を収集しました。加えて、紀州経済史文化史研究所の吉村旭輝先生にお話を伺いました。さらに、メンバーがそれぞれ和歌山市や紀の川市、紀美野町、岩出市、海南市にフィールドワークとして現地に赴きました。フィールドワークではゲーム内で使用するイラストの参考にするために、各メンバーが訪れた観光地の写真や動画をチーム内で共有しました。また、各々が巡った観光地についての紀行文をまとめて、ゲーム内の観光地の紹介に役立てました。

- 道の駅 青洲の里 (香林軒含む)
 - 終端が無く外観を見るだけになってしまいましたが、道の駅ということもあって駐車場が広いです。また、道の駅から徒歩数分圏内の場所に香林軒やフラワーヒルミュージアムがあるので、道の駅に車・バイクを駐車して車両両側の奥裏に隠れてみるのはいかがでしょうか。香林軒は立派な長屋で、中には華南青洲の手術方法などが人形を用いて展示されているそうです。なお、香林軒は入館料が¥200(大人)発生します。フラワーヒルミュージアムはマンダラの花をモチーフにした近代的な建物で、入館料は無料です。
- 龍之滝井
 - 通水橋と聞いたので、人が通る橋の下を水が流るようになってるのが、橋の横に管があってそこに水が通っていると思ったのですが、用水が橋の横についていました。横的には用水の横に橋がついていて思った方が正しいです。水が流るさまが見えます。蓋がないことに驚きました。(写真・動画を見るとおそそく間違いが分かります。)駐車場がないので路上駐車せざるを得ないのでそこが不満です。わざわざ訪れるというよりもドライブ中に立ち寄るといって通り過ぎるくらいになりそうに残念です。現代の水道橋のイメージで行くとギャップがあって面白いと個人的には思います。
- 観音寺 (北)
 - 緑花センター
 - その名の通り、フラワーガーデンでした。山の中を探索出来るコースもありますが、虫が嫌い人にはおススメできません。花壇が綺麗に手入れされていて、かつ花の種類が豊富なので写真映えもすると思います。施設は12時間くらいあればゆったり全部回れるかな。壁とか装飾花もあるみたいなので、お花見するのめいいかも。—お花見目的の花と+αで様々な花が楽しめるそう。駐車場も多く設けられてま

(図 1↑) 共有した紀行文の一部



(図 2↑) 共有した写真の一部



(図 3←) 作成したミニゲーム

活動の成果や学んだこと

今年ゲーム内で紹介する情報を集めること、ゲームのシステムを考えること、そしてゲームを実際に作るなどやるべきことが多く、今年度内にゲームを公の場にリリースして社会にどう貢献するか、まで見ることはできませんでした。しかし、私たちは“チームで”活動して“ゲームを制作する”と言う点において大きく成長できたと考えています。私たちは今まで自分たちの作りたい、プレイヤーが面白いと感じるゲームを制作してきましたが、今回は観光という全く別の視点をゲームに組み込まねばならず、苦労しました。しかし実際に社会に出て自分たちの作りたいもの、面白いと思うものだけを制作できることはごく稀で、むしろ今回のように何かしらの“縛り”がある中でものづくりを行うことが多いと聞きます。今回私たちは、その苦労を先駆けて体験でき、よい経験をしたと感じています。また、タスク管理の難しさも痛感しました。割り振った仕事は想定していたよりも多く、予定以上に時間が必要であったため、年度末は特に作業が立て込み苦労しました。この経験から来年度以降

のチームの人数の見直しや、PM（プロジェクトマネージャー、タスク・予定管理者）の必要性などを実感し、来年度以降に役立つ経験を得られました。

今後の展開

来年度以降も同様の課題に取り組む予定です。来年度計画していることとして以下の4つを挙げています。

- ①ゲームのPR活動に力を入れます。ゲーム制作についてではなくゲームの内容自体の情報発信をSNS上で行うと共に、ゲーム内で取り上げた施設に協力を仰ぎゲームを紹介していただくことなどを考えています。
- ②引き続き和歌山県内の情報収集に努めます。来年度も夏にフィールドワークを行い、今年度でできなかった「住民の方に話を聞き“このゲームでしか紹介できない情報”を得る」に挑戦したいと考えています。他にも、市役所の方や吉村先生以外の和歌山大学の先生にもお話を聞いてゲーム制作に取り入れたいと考えています。
- ③すぐろくの対象となるエリアの拡大とミニゲームの種類を増加をさせます。最終目標は和歌山県全域を対象にする予定ですが、現在は和歌山市エリア（和歌山市・紀の川市・紀美野町・岩出市・海南市）のみを対象にしたすぐろくと、これらの市町の特産や行事、伝説をモチーフにしたミニゲームしか手を付けられていません。来年度は他4地域（紀中エリア、熊野エリア、高野山エリア、白浜・串本エリア）のうち1地域を選んで制作します。
- ④App Store（iPhoneユーザーのアプリケーションダウンロードストア）へのリリースを目指します。予算の関係でリリースできなかったのですが、来年度はできるよう調整したいと考えています。

まとめ

私たちは今年度を通して、和歌山の情報を紹介しつつ、面白さも取り入れたゲームを作るにはどうすればよいかを考え、その基礎となるシステムの制作に取り組んできました。今年度は情報発信やゲームのリリースまで至ることはできませんでしたが、来年度以降の活動に生かせる経験や、将来就職した後に役立つ経験ができたと考えています。この経験を活かし、来年度以降も同様の課題について、さらに高い技術と経験を持って取り組んでいきたいと考えています。

また、今年度初めてこのゲーム制作に取り組んだため、私たちには実績がありませんでした。そのため、ゲーム内で取り上げる施設に「私たちのゲームの紹介をしてくださいますか」と言うのは厚かましいと思い、協力を仰げずにいました。ところが、ゲームに登場させる許諾のために電話をしたところ「リリースされたら教えてください。うちの施設で紹介しますよ。」と仰ってくださった施設がありました。和歌山の方の温かさを感じるとともに、そのご厚意に甘えてばかりではいけない、貰うばかりではなく私たちが少しでも何かを返せるように成りたい、と身が引き締まる思いでした。来年度以降は、情報発信やゲームの機能拡大などを通じてゲームのプレイヤーや地域の人たちとつながっていくことを考えています。

和歌山に実際に来て歩きたくなる スマホゲーム

クリエイティブ制作プロジェクト
team-Prelude



1



企画



2

ミッションの目的

ゲーム

×

観光

▶▶ 新たな価値の創造



3

2部構成のゲーム

陣取りゲーム

観光ガイド



4

陣取りゲーム

和歌山県の市町村を舞台に、囲碁の要素を用いて陣取りを行う




5

観光ガイド

キャラクター同士の掛け合いの中で観光地を紹介
位置情報システムを利用し、現在地からどの方向にどのような観光地があるかを提示




6



変更点

CGIP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

7

7

頂いた意見より

「和歌山県全域が対象では範囲が広すぎて、
1年で開発できないのでは？」
「和歌山県全域では各市町村の掘り下げが甘くなって
しまうのでは？」
「次年度に引き継いでいくようにするのはどうか」

CGIP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

8

8

開発方針の変更

1年間で和歌山県の全市町村網羅！

▼

市町村をエリアに分け、1年間で1エリア分の完成を
目指す！

CGIP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

9

9

市町村のエリア分け

- ① 和歌山市エリア
- ② 高野山エリア
- ③ 紀中エリア
- ④ 熊野エリア
- ⑤ 白浜・串本エリア



CGIP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

10

10

今回は・・・

和歌山市エリア（和歌山市・岩出市・紀の川市・海南市・
紀美野町）を制作することに決定！



和歌山市エリア

CGIP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

11

11

システム上の変更点 ～ゲーム形式～

	▶	
<p>処理が複雑 観光地を上手く扱えない</p>		<p>感覚的な理解が容易 様々な観光地を訪れる</p>

CGIP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

12

12

システム上の変更点 ～観光ガイド～

GPSを用いてシステムの作成が困難

▶▶ すぐろくに観光ガイドの要素を取り入れる

CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project 13

13



成果物紹介



CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project 14

14

ゲームのタイトルは・・・

きのくに陣トリップ



CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project 15

15

きのくに陣トリップ

▼ タイトル画面



▲ アプリアイコン



CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project 16

16

ゲームの仕様



対応機種 : Android
プレイ人数 : 1人
ジャンル : すぐろく

CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project 17

17

3つのモード

- ① すぐろく
- ② ミニゲーム
- ③ キャラクター紹介



CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project 18

18

すごろく

限られた個数のサイコロを上手に使って観光地マスを巡りながら「和歌山ポイント」を貯めていき、ゴールを目指す

マスの種類

観光地マス：「和歌山ポイント」の贈呈

デバフマス：使えるサイコロの減少



すごろく

point

ミニゲームをクリアするとサイコロの数が増える
観光地マスに止まるとその観光地の情報が得られる
止まった観光地マスが最後にまとめて表示される

デモプレイ

ミニゲーム

すごろくに登場するミニゲームを自由にプレイ

point

ミニゲームは全10種（2024/3/4現在）
簡単操作でサクッとプレイできる



デモプレイ①



デモプレイ②



雑流し

物分けゲーム

キャラクター紹介

ゲームに登場する5人（+1匹）のプロフィールを掲載



25

キャラクター紹介



26



27

ゲームであることの強み

- 画面の1つ1つの要素の滑らかな動き
- 現実では出来ないような体験が出来るミニゲーム
- 時間を気にすることのない観光体験
- 視覚だけでなく聴覚を使った没入感あふれる体験
- 個性的なキャラクターによる誘い

28

フィールドワークを活かした観光地紹介

フィールドワークがきっかけで得た情報に、調べ学習を加えた観光地紹介文

例) 根来寺



—「歓迎」という、昔ながらのお菓子があり、毎日毎朝聖天さんにお供えたもののおさがりを我々がいただく—

29

「実際に来て歩きたくなる」ポイント

ゲーム世界の行動を現実でもなぞることが可能
自分では選ばなかった観光地が選択肢になる

ゲーム中に会える観光地

▶▶ 出会いの場の創造と親近感の醸成

30



予算について

CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

31

31

6月時点の予算申請

物品について

- Google Play Console登録料 | 3,500円
- Apple Developer Program年間登録料 | 15,000円

旅費

- 移動費・宿泊費 | 29,000円

計 : 47,500円

CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

32

32

配分金額と使用額

配分金

30,000円

使用額

19,566円

Google Play Console : 3,566円
フィールドワーク代 : 16,000円
※岩出市 3人・紀の川市 2人・紀美野町 3人
※規定により 2,000円/人

残金

10,434円

CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

33

33



展望



CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

34

34

今後の展望

ゲームのPR活動 ◀◀ 宣伝に協力頂ける観光地の存在
和歌山県に関する継続的な情報の収集とユーザーへの共有
すごろくの対象となる地域及びミニゲーム数の拡大による、
コンテンツの更なる充実
Appストアへのリリース

CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

35

35

App Store登録料(約15,850円) には不足

配分金

30,000円

使用額

19,566円

Google Play Console : 3,566円
フィールドワーク代 : 16,000円
※岩出市 3人・紀の川市 2人・紀美野町 3人
※規定により 2,000円/人

残金

10,434円

CCGP Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea Game Project

36

36

リリース日は3/13を予定

※リリース日は前後する可能性があります

Wakayama Univ. Game Creation Studio
Crea. Game Project!

37

37

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
＜2023 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：脳波と心拍数を用いた感情推定モデルの作成

ミッションメンバー：システム工学部 2 年西浦奏絵

1. 背景と目的

近年、人の感情や感性を定量化する試みがある。しかしそれは無意識である場合が多く、従来の方法で測定するには限界がある。そこで私は、感情などの反応を無意識に反映する脳波と、知覚感情を推定することが出来る心拍数を併用することで、時間軸で個人の深層心理を読み取ることが出来るのではないかと考えた。そのため、本ミッションでは、脳波と心拍数を用いることで、独自の感情推定モデルを作成することを目的とし、活動を行った。

2. 活動内容

まず、本ミッションに必要な脳波・心拍数のデータを取得した。ここで脳波とは、脳活動の際に流れる微弱な電気信号のことであり、心拍数とは一定の時間内に心臓が拍動する回数のことである。測定方法としてそれぞれ、脳波は Neurosky 社の MindWave Mobile2、心拍数は fitbit versa4 での測定を行った。(写真 1、2)



(写真 1) 簡易脳波計 MindWave Mobile2



(写真 2) 心拍計 Fitbit versa4

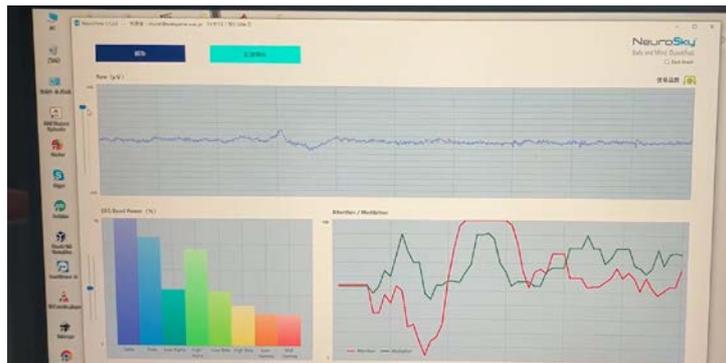
今回は各場面における感情を測定することが目的なので、感情を大きく分けて 4 分類し、その感情を感じている際の脳波、心拍数を測定した。感情の 4 分類として、「平常時」「悲しい時」「嬉しい時」「面白い時」を選択した。各実験方法は以下の通りである

- ① 悲しい時：自分が泣いてしまう映画を見る

- ② 嬉しい時：対戦用のスマホゲームで、対戦相手に勝つ
- ③ 面白い時：漫才を見る
- ④ 平常時：①～③において感情を感じていない時

以上の実験を各5分から10分ほどのデータを取得する実験を5セット行った。また①～④の各状態に0から3のパラメータを与えて後のデータ解析に活用できるようにした。

次にデータの処理を行った。まず脳波に関して、デバイスで取得したデータを、専用アプリケーションを通してRawデータとして μV の単位に変換し出力した(写真3)。



(写真3) 専用アプリケーションでデータを取得している様子

心拍に関しては、デバイスで取得した心拍数に対して、最大心拍数の80%の値を閾値として、0.0～1.0の値に正規化を行うようにPythonのコードを組んだ。また、脳波にはまばたき、筋電、呼吸などによるノイズが入る。今回はデータを取得するうえで一番影響が大きいと感じたまばたきに焦点を当て、ノイズの除去を行った。ここではデータの中の最大数値の80%を超える数値があった場合、その前5秒間の平均で統一するといった処理を行った。以上の「脳波データ」「心拍数データ」「感情のパラメータ」の3データを結合して一つのファイルに纏めた。(図1)

1	28.56	0.87	0
2	25.93	0.87	0
3	16.92	0.89	0
4	7.69	0.87	0
5	1.32	0.87	0
6	0.22	0.89	0
7	8.79	0.88	0
8	22.19	0.88	0
9	28.56	0.89	0
10	29.22	0.85	0
11	29.44	0.88	0
12	29.44	0.87	0
13	28.13	0.86	0
14	21.31	0.86	0
15	9.01	0.86	0
16	1.53	0.87	0

(図1) 結合したデータ一部(左から脳波、心拍数、感情パラメータ)

次に結合したデータを基に機械学習をさせる為、ニューラルネットワークでのモデル化を試みた。ニューラルネットワークは人間の脳の神経回路の構造を数学的に表現する手法であり、入力

層、隠れ層、出力層の3つの層があり、層と層の間にはニューロン同士のつながりの強さを示す重みがある。ここでデータの概要の説明を行う。まず全データ数は12000である。これは脳波計、心拍計が1秒に1データを取得する為、このようなデータ数となっている。また分類数は感情パラメータの数と同じ4とし、学習データを80%、評価データを20%とし、学習を行った。学習を行った結果の一部を以下に図として示す。(図2)

	A	B	C	D	E	F
1	Raw1	Raw2	result	predict		
2	3.74	0.87	0	0		
3	8.13	0.80	0	2		
4	18.68	0.91	1	1		
5	30.54	0.84	3	3		
6	35.60	0.87	2	0		
7	29.66	0.89	0	0		
8	18.90	0.88	0	2		
9	8.13	0.88	0	0		
10	-2.20	0.89	3	3		
11	-12.52	0.97	3	3		
12	-15.16	0.79	0	1		
13	-7.47	0.91	0	0		
14	3.52	0.88	2	0		
15	13.18	0.81	1	1		
16	16.02	0.95	1	1		

(図2) 学習結果

上の図の概要を説明すると、左から脳波データ、心拍計データ、実際の感情パラメータ、ニューラルネットワークによって予測された感情パラメータと並んでいる。予測されたデータの正解率を出力してみると、70~80%ほどで、想定より高い結果となった。またこの正解率は全データ数からランダムで選んだ1データに関して予測を行った上のものである。

3. 活動の成果や学んだこと

活動の結果として、当初予定していた感情推定モデルを作成することができ、正解率も70~80%と、高い数値を担保することが出来た。今回は無作為にデータを選んでのものだったが、実際に全く新しい脳波・心拍数・感情データを入れた際には、全体の流れを汲んでの感情推定モデルとして作用するよう変更を加える予定である。

今回、感情推定モデルを作成しようと思い立ったきっかけとして、福祉の観点が大きく影響している。世の中には自分の感情はあるが、それを表に出せないという「失感情症」というものがある。そのような人だけでは無く、少しでも自分の感情の表現に悩みのある人たちに、この感情推定モデルを使用してもらうことで、自分のこころを表現しやすい世の中になればと私は感じている。今回このような研究を行ったことで、心と脳を繋げるということに一層興味を持つことが出来て、自分自身の成長を感じることが出来た。これからも感情やこころなどの曖昧なものに、科学という視点から何か新しい発見をしていきたいと思う。

4. 今後の展開

今回問題点として挙げられるのは主に3点あると考えている。その問題点と解決するための策を述べていく。まず1つ目が、作成したモデルを用いて実際に実験を行えなかった点である。これは先も少し述べたが、新たなデータを用いて感情分類を行う予定である。2つ目は、汎用性のモデルを

作成することが出来なかったという点である。今回は個人 1 人のデータのみでの実験を行ったが、今後は複数人での実験や、心拍数だけでなく脳波にも閾値を設けての実験などを行い、試行錯誤していく予定である。3つ目が、リアルタイムでの感情分類が出来なかったという点である。今回当初の予定としてリアルタイムでの測定を目標にしていたため、脳波と心拍数をリアルタイムで測定する環境は整えてあるため、プログラムを変更して改善を試みる予定である。

また、以上の課題が解決した際には、完成したモデルを用いて自主研究を予定している。具体的には、今回のような無意識下での感情でなく、意識して感情を持つ(セルフマインドコントロールという)ことで実験結果に変化があるのかということや、認知バイアスと感情の関係性などを研究したいと考えている。

5. まとめ

今回は個人の使用を目的とした脳波と心拍数を用いた感情推定モデルの作成を行った。基本的にはモデルは完成したものの、実際の場面で使用することが出来なかったなどの課題点が複数出たため、今後の予定としてそれらを改善していこうと考えている。

また、感情というあまり普段意識することが無いものに触れたので、自主研究として行っていきたいものが増えた。これからも自分の周りにある「興味深いもの」に目を向けながら活動を行っていこうと思う。

脳波と心拍数を用いた 感情推定モデルの作成

システム工学部2回生 西浦 奏絵



1

目次

- 1, 研究の背景・目的
- 2, 到達目標
- 3, 研究方法
- 4, 研究結果
- 5, 今後の展望
- 6, まとめ

2

2

研究の背景・目的

感情を定量化する試み

表情や音声

中枢神経系の変化

自律神経系の変化

スタンフォード大学wangの提言

3

3

研究の背景・目的

感情を定量化する試み

表情や音声

脳波の変化

心拍数の変化

スタンフォード大学wangの提言

4

4

到達目標

脳波と心拍数を用いた
個人に応じた感情推定モデルの作成

5

5

研究方法

1, データの取得

脳波: 脳活動の際に発生する微弱な電気信号

→ MindWave Mobile2で測定

心拍: 一定の時間内に心臓が拍動する回数

→ fitbit versa4で測定



簡易脳波計 MindWave Mobile2



心拍計 Fitbit versa4

6

6

研究方法

1, データの取得

最終的に分類したい状態は4つ

- ・面白い: 漫才を見る
- ・嬉しい: スマホゲームで対戦相手に勝つ
- ・悲しい: 映画を見る
- ・平常: その他

上の3状態に関して5分から10分ほどのデータを取得する実験を5セット行った

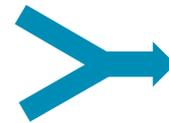
7

7

研究方法

2, データの処理: 脳波

デバイスで計測した脳波を専用アプリケーションを通してRawデータとして μV の単位に変換し出力



Time	Raw
3642.4	28.56
3642.4	25.93
3642.4	16.92
3642.4	7.69
3642.4	1.32
3642.4	0.22
3642.4	8.79
3642.4	22.19
3642.4	28.56
3642.4	29.22
3642.4	29.44
3642.4	29.44
3642.4	28.13
3642.4	21.31

8

8

研究方法

2, データの処理: 心拍

デバイスで取得した心拍数に対して、最大心拍数の80%の値を閾値として、0.0~1.0の値に正規化を行う

	心拍数	正規化
1	87	0.87
2	86	0.86
3	85	0.85
4	87	0.87
5	87	0.87
6	89	0.89
7	89	0.89
8	90	1.0
9	90	1.0
10	89	0.89
11	89	0.89
12	89	0.89
13	87	0.87
14	87	0.87

9

9

研究方法

2, データの処理: ノイズ

脳波には筋電、呼吸などによるノイズが入る

→ 最大数値の80%を超える数値があった場合、
超える前(5秒間)の平均で統一する

Time	Raw
3642.5	19.12
3642.5	25.27
3642.5	21.31
3642.5	14.22
3642.5	16.70
3642.5	28.13
3642.6	35.82
3642.6	35.82
3642.6	31.86
3642.6	28.81
3642.6	17.58
3642.6	2.42
3642.6	-1.25
3642.6	-6.87
3642.6	-8.79



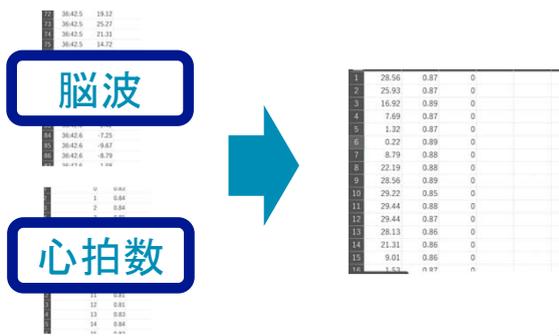
Time	Raw
3642.5	19.12
3642.5	25.27
3642.5	21.31
3642.5	14.22
3642.5	16.70
3642.5	28.13
3642.6	21.22
3642.6	21.22
3642.6	21.22
3642.6	28.81
3642.6	17.58
3642.6	2.42
3642.6	-1.25
3642.6	-6.87
3642.6	-8.79

10

10

研究方法

2, データの処理: 結合

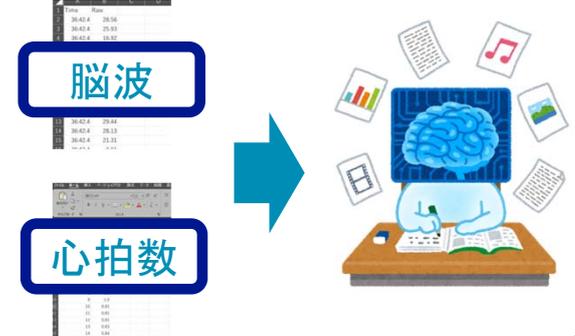


11

11

研究方法

3, ニューラルネットワークでのモデル化



12

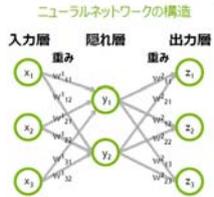
12

研究方法

* ニューラルネットワークとは

→ 生物の神経細胞の構造を模倣して作られた**機械学習モデル**

多層パーセプトロン(3層)



- * 入力層
外部からのデータを受け取る層
- * 隠れ層
データの非線形な特徴や関係性を学習するための層
- * 出力層
最終的な出力を生成する層

引用: ビジネス+IT「ニューラルネットワークの基礎解説」
URL: <https://www.ebit.jp/article/cont1/33345a>

13

13

研究方法

3, ニューラルネットワークでのモデル化

- 全データ数: 約12000
→ 各感情ごとに5分~10分のデータ取得 × 5回
- 分類数: 4
→ 「平常時」: 0, 「面白い」: 1, 「嬉しい」: 2, 「悲しい」: 3
- 学習データを80%、評価データを20%

14

14

研究方法

3, ニューラルネットワークでのモデル化

```

import numpy as np
import tensorflow as tf

# データの読み込み
data = np.loadtxt('data.txt', delimiter=',')

# データの分割
train_data, test_data = data[:int(data.shape[0]*0.8)], data[int(data.shape[0]*0.8):]

# ニューラルネットワークの構築
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Dense(10, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(10, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dense(4, activation='softmax')
])

# 学習
model.compile(optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'])
model.fit(train_data, train_data, epochs=10)

# 評価
loss, accuracy = model.evaluate(test_data, test_data)
print('Test Loss: %f, Accuracy: %f' % (loss, accuracy))
    
```

```

def sigmoid(x):
    return 1 / (1 + np.exp(-x))

def softmax(x):
    e_x = np.exp(x)
    return e_x / np.sum(e_x)

def forward(x):
    # 入力層
    z1 = np.dot(x, w1) + b1
    a1 = sigmoid(z1)

    # 隠れ層
    z2 = np.dot(a1, w2) + b2
    a2 = sigmoid(z2)

    # 出力層
    z3 = np.dot(a2, w3) + b3
    a3 = softmax(z3)

    return a3
    
```

15

15

研究方法

3, ニューラルネットワークでのモデル化

	A	B	C	D	E	F
1	Raw1	Raw2	result	predict		
2		3.74	0.87	0	0	
3		8.13	0.80	0	2	
4		18.68	0.91	1	1	
5		30.54	0.84	3	3	
6		35.60	0.87	2	0	
7		29.66	0.89	0	0	
8		18.90	0.88	0	2	
9		8.13	0.88	0	0	
10		-2.20	0.89	3	3	
11		-12.52	0.97	3	3	
12		-15.16	0.79	0	1	
13		-7.47	0.91	0	0	
14		3.52	0.88	2	0	
15		13.18	0.81	1	1	
16	raw op	noc	1	1		

正解率: 70~80%ほど
→ 想定よりも高い結果に

16

16

研究方法

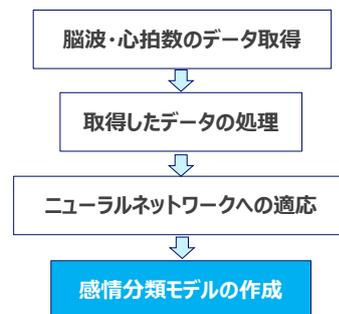
3, ニューラルネットワークでのモデル化

- * 良かった点
 - 想定よりも高い結果が得られた
 - 平常時でない場合のデータが正しく分類できていた
- * 改善点
 - 平常時の場合に誤って分類されることが多い
 - データ数の多さが問題?
 - データ数の調整など

17

17

研究結果



18

18

課題

- 今回作成したモデルを用いて、実際に実験をすることが出来なかった
 - 新たなデータで感情分類を行う予定
- 汎用性のモデルを作成することが出来なかった
 - 脳波にも閾値を設けて実験を行う予定
- リアルタイムでの感情分類が出来なかった
 - プログラムなどの改善を試みる予定

19

19

今後の展望

* 今回作成した感情推定モデル、プログラムなどを用いて
自主研究を予定

- 今回のデータは無意識化での感情
 - 意識して感情を持つ(セルフマインドコントロール)
とどうなる？
- 認知バイアスと感情の関係性
- 意識はプログラムで模倣できるか？

20

20

まとめ

- * 脳波と心拍数を用いて感情を推定するモデルを作成した
 - 正解率が高めのモデルを作成出来た
 - 課題点が多いため、改善していく
 - 汎用モデルの作成
 - リアルタイムでの測定
- * モデルを使用して新たに自主研究を行う予定

21

21

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
＜2023 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： 無線通信を用いたサッカーロボット同士の連携

ミッションメンバー：

システム工学部・2年・松浦和貴

システム工学部・2年・羽瀨寿彦

システム工学部・2年・鹿野翔

システム工学部・1年・松本遼

社会インフォマティクス学環・1年・中松陽人

キーワード： 無線通信 連携プレー ロボット サッカー 自立制御

1. 背景と目的

私たちは昨年度、ロボカップジュニアジャパンサッカーオープンリーグ（以下 RCJJ）に参加した。RCJJ とは 2 台の色認識可能な自律制御ロボットを用いて行うサッカー競技である。特にサッカーオープンリーグは、オレンジ色のボールをカメラで認識するリーグとなっている。

昨年度のミッションの課題として、ロボットがボールを補足する際に、それぞれがボールの正面に回り込む動作を行うため、味方同士で衝突してしまい、結果的にボールを補足することができない点が背景としてある。

そこで私たちは、無線通信を用いてデータを送受信し、ボールと機体の距離が近い機体がボールを追跡するようにすればこの問題を解決できると考えた。よって、無線通信機能を搭載した自立制御ロボットを製作し、無線通信によって連携プレーを行うプログラム作成を目的とした。また、昨年度のミッションにてロボットを製作する際に部品同士の干渉や、基板製作の期間が長いといった問題も発生したため、CAD ソフトを用いてロボットの製作手法の改善を図ることも目的とする。

2. 活動内容

2.1 CAD ソフトの習得

基板設計ソフトである KiCAD の習得と、3D 設計ソフトである FUSION360 の習得を行った。KiCAD とは、無料の回路図作成ソフトと基板設計ソフトである。今回は、マイコンやスタートボタンなどを搭載するメインボード、モーターを駆動させるモータードライバーを搭載する基板を設計した。以下に作成したそれぞれの回路図と基板データ(以下 pcb データ)を示す。

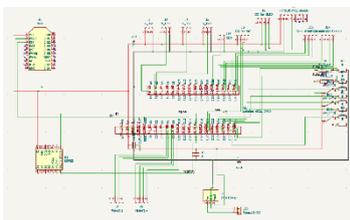


図 1 メインボードの回路図

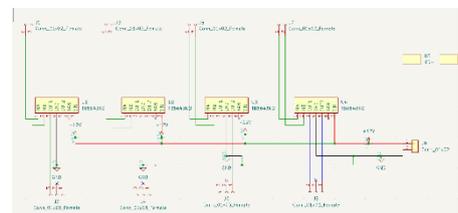


図 2 モータードライバー基板の回路図

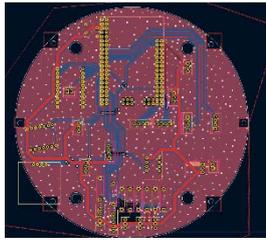


図 5 メインボードの pcb データ

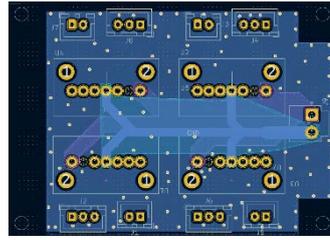


図 4 モータードライバー基板の pcb データ

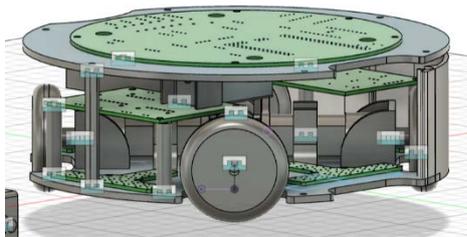


図 3 FUSION360 での設計

工夫点として、距離センサーの等の拡張を見据えた設計を行ったほか、基板の設計と並行して、FUSION360 を用いて、部品同士の干渉がないかどうかを確認したことが挙げられる。また、基板のネジ穴設定を機体とすり合わせることも行った。

2.2 無線通信の選定

無線通信を行うにあたり、RCJJ のレギュレーションでは、使用可能な通信が以下に制限されている。

- ・ Bluetooth の class2 または class3
- ・ ZigBee

よって、私たちは Bluetooth 通信を行える ESP32 と ZigBee 通信を行える XBee を比較した。以下の表にそれぞれのメリットとデメリットを示す。

表 1 無線通信機器の比較

	XBee	ESP32
無線通信規格	Zigbee	Bluetooth
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ プログラムを流用できる ・ 設定のみで通信可能 ・ 複数台の通信(最大 6 万) ・ 低電力 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 汎用性が高い ・ マイコン内蔵 ・ 安価 ・ 小型
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 汎用性が低い ・ 高価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 専用のプログラムが必須 ・ ペアリングなどの操作が必要



図 6 XBee(右)と ESP32(左)

私たちが特に重要視した点は、プログラムの流用性である。XBee は 1 対 1 の通信であれば、有線接続でのシリアル通信をそのまま XBee で置き換えることができるモードが存在する。よって、XBee であれば、有線接続のプログラムをそのまま利用するだけで無線通信が行える。対して、ESP32 では、アドバタイズ状態など Bluetooth 用のプログラムを用意する必要がある。また、今後の拡張性を考慮した場合、同時最大接続数は、Bluetooth で最大 7 台、ZigBee では 6 万ほどであり、11 台の通信を考えたうえで XBee を選定した。

2.2 ラジコン機の製作

無線通信のテストやプログラムに慣れることを兼ねて、ラジコンロボットを製作した。一方を送信機に、もう一方を受信機にと役割を固定し、マイコンに有線接続したコントローラーからの入力に応じた文字を送信した。右に送信文字とロボットの動作の一覧を示す。

表 2 入力に対応した文字と動作

入力	送信文字	ロボットの動作
スティック前	F	前
スティック後	B	後
スティック右	R	右
スティック左	L	左
Zボタン	Z	キック

このラジコン機を昨年11月に行われたおもしろ科学祭りで出展し、地域の子供たちに楽しんでもらうとともに、科学技術にも触れてもらった。

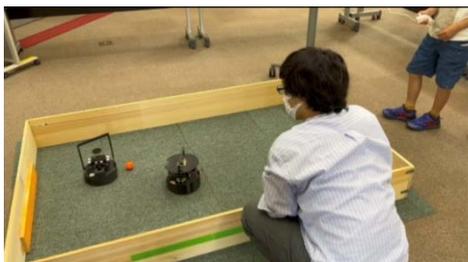


図 7 おもしろ科学祭りの様子

このロボットの改善点として、移動のみは問題なかったが、キックボタンを長押しすると、移動指示が残ってしまい、操作が一定時間できなくなることがあった。この改善点に関しては、コントローラーの操作が無い場合にモーターを停止するというプログラムであったが、キックボタンの入力がかかっているため、モーターを停止できていないことが原因であった。

2.3 自律ロボット同士の無線通信と連携プレー

ラジコン機を製作して無線通信に慣れたため、実際に双方向通信を行う自律ロボットを製作した。通信するデータは、機体とボールとの距離の2乗データである。このデータは2byteのint型であるが、Arduinoの通信では1byteずつしか送信できないため、データを1byteごとに分割し、受信した際に結合する操作を行った。また、味方機からのデータが送られてきているかどうかを

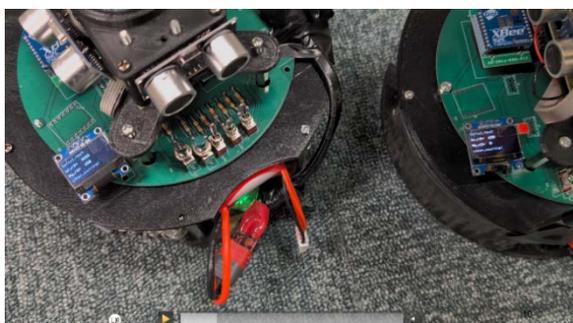


図 8 無線通信の検証

判断する変数を用意した。

左の図8では、図左のロボットのデータが図右のロボットに送信されている。このあと、逆方向の通信も立証できた。また、味方機からの通信が来ているかを確認することで、味方がペナルティで退場していないかを認識できるようにもした。

これを用いて、ボールを認識している際の連携プレープログラムを作成した。

まずは、味方機からのデータが来ているかを確認し通信出来ていない場合は、ボールを追跡する。

次に味方機との通信が出来ており、味方機よりもボールの距離が遠い場合は、ゴール近くで待機。

味方機よりもボールの距離が遠い場合はボールを追跡する。

これによって、ロボットどちらもボールを認識している場合に、ボールが近い機体が攻撃をし、ボールが遠い機体が防衛をする連携プレーができた。なお、通信

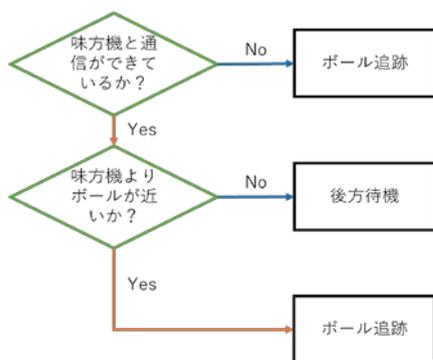


図 9 連携プレーのフローチャート

が出来ていない場合は、味方機とボールとの距離を取りえない大きな数値にすることで、常に自分が味方機よりもボールに近いようにしている。

3. 活動の成果や学んだこと

本ミッションの活動成果として、以下の成果が得られた。

- CAD ソフトを用いた設計技術の習得
- 無線通信を用いたロボットの連携プレーの確立

設計したデータを外部の企業 JLCPCB に発注し、以下の基板が到着した。



図 10 届いたメインボード

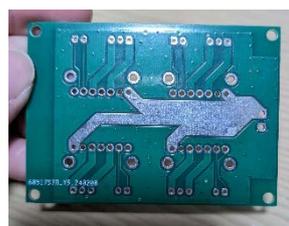


図 11 届いたモータードライバー基板

これにより、ロボットに限らず、用途にそった基板を設計できるようになったことで、今後社会に出た際に、機械の開発部門などで活躍できると考える。

4. 今後の展開

本課題では、単一のデータ通信のみであった。よって今後は、ロボットと壁との距離や、ゴールの距離や角度などを送受信するなどして、味方機の位置を特定し、より高度で人間のサッカーに近い連携プレーをさせたいと考える。例を挙げるなら、コート上の開いている場所にパスをすることである。

前回と今回のミッションを通して、現在使用している色認識カメラを利用したカメラユニットでは限界があると感じた。具体的には、カメラ上に映るボールのサイズが小さくなってしまったため、ボールを認識しきれないことである。また、昨年のレギュレーションより、カメラとミラーは 1 台までというレギュレーションが撤廃されたため、4 台カメラを設置し、疑似的に 360° 視界があるカメラユニットの製作を考えている。

5. まとめ

本ミッションでは、CAD ソフトを用いて製作手法の改善を行い、無線通信でのラジコン機を経由し、無線通信を用いて連携プレーを行う自律型ロボットを製作した。これにより、高校生のときより念願であった無線通信を搭載したサッカーロボットや、自分で設計した基板を使用したロボットが製作できてとてもうれしかった。

ロボットプロジェクト Z DGD I#FuHg l#rc q

無線通信を用いた サッカーロボット同士の連携

ミッションメンバー
 システム工学部2回 松浦和貴
 システム工学部2回 羽淵寿彦
 システム工学部2回 鹿野翔
 システム工学部1回 松本遼
 社会インフォマティクス学環1回 中松陽人

0

目次 Z DGD I#FuHg l#rc q

1. ミッションの概要
2. 実施内容
3. まとめ・展望・将来性

1

0

1

1.ロボカップジュニアとは？ Z DGD I#FuHg l#rc q

「2050年までに人間のサッカー世界チャンピオンズチームに
勝つ」
を目標に掲げる世界的ロボット開発プロジェクト

自律型のロボット2台を1チームとしてサッカー競技を行う



ロボカップジュニア2023名古屋大会の様子

2

1.ミッション概要 Z DGD I#FuHg l#rc q

【背景】

- それぞれが独自でボールを追跡
→ぶつかり合ってボールを補足できない
- 人のサッカーでの意思疎通に注目

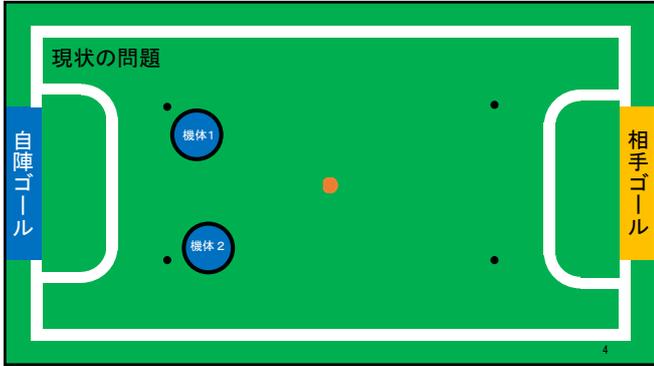
【目標】

- 無線通信を用いてロボット同士で連携プレーする自律型連携ロボットを製作
- CADソフトを用いた製作手法の改善

3

2

3



1.ミッション概要 Z DGD I#FuHg l#rc q

【背景】

- それぞれが独自でボールを追跡
→ぶつかり合ってボールを補足できない
- 人のサッカーでの意思疎通に注目

【目標】

- 無線通信を用いてロボット同士で連携プレーする自律型連携ロボットを製作
- CADソフトを用いた製作手法の改善

5

4

5

2-1.製作手法の改善

改善前

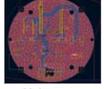
- 製作期間が長くなる
- 信頼性に不安
- 基板サイズがほぼ固定
- ぶっつけ本番で製作



製作基板

改善後

- 製作期間が半分に短縮
- 信頼性がある
- 基板サイズは可変
- 干渉を事前に確認




基板設計 CAD設計

6

2-2.無線通信のステップ

無線通信の選定

↓

単方向通信(ラジコン)

↓

双方向通信(連携プレー)

7

2-3.無線通信の選定

- レギュレーションにて使用可能な通信がZigBeeかBluetoothのみ
- ロボットを妨害する可視光を発生してはいけない(赤外線も車検が通らない)
- 通信は2.4GHz帯の電波を用いたものを使用

無線通信規格	XBee Zigbee	ESP32 Bluetooth
メリット	<ul style="list-style-type: none"> プログラムを流用できる 設定のみで通信可能 複数台の通信(最大6万) 低電力 	<ul style="list-style-type: none"> 汎用性が高い マイコン内蔵 安価 小型
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 汎用性が低い 高価 	<ul style="list-style-type: none"> 専用のプログラムが必須 ペアリングなどの操作が必要

→プログラムの流用性からXBeeを使用

8

2-4.単方向通信

- 単方向の無線通信を用いたラジコン機を製作
- おもしろ科学祭りで出展
- 入力に応じたテキストをマイコンより送信
- ロボットは受信した文字で判断

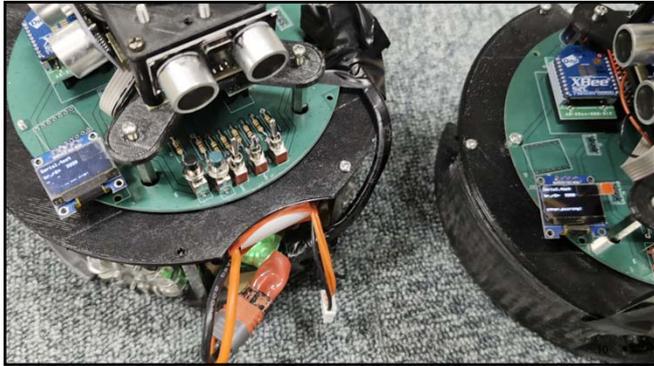


入力	送信文字	ロボットの動作
スティック前	F	前
スティック後	B	後
スティック右	R	右
スティック左	L	左
Zボタン	Z	キック



おもしろ科学祭りの様子

9



10

2-6.連携プログラム

```

    graph TD
      A{味方機と通信ができて  
いるか?} -- No --> B[ボール追跡]
      A -- Yes --> C{味方機より  
ボールが近い  
か?}
      C -- No --> D[後方待機]
      C -- Yes --> E[ボール追跡]
  
```

11



12



13

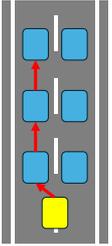
3.まとめ

- 無線通信を用いて連携プレーを行うロボットができた
- 無線通信での制御技術が身についた
- CADソフトを用いた設計技術が身についた
- 基板設計技術が身についた

14

3.展望・将来性

- 実対戦での連携プレーまではできなかった
→今後、大会に出場可能な後輩に託したい
- 単一のデータ通信
→複数のデータ通信を用いて高度な連携プレー
- 今回は1対1での通信
→1対複数通信で11台の通信ができる
→自動運転時の渋滞制御や交通制御などに応用できる



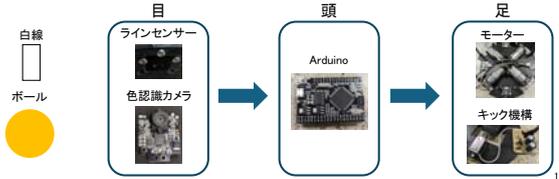
15



16

サッカーロボットとは?

人が操作しなくてもサッカーをする(=自律制御)ロボット
人間のサッカーに必要なボールを"見る"や"蹴る"もすべてロボットがおこなう。



17

サッカーロボットとは？



ボールやゴールを“見る”

ボールを見る仕組みが必要
ボールやゴールを360度見渡せる
ミラーを設計・製作
どの場所のボールも認識



全方位ミラー



ロボットの視界

白線や壁を“見る”

壁に触れると反則になってしまう
ため、白線の外に出ない仕組み
が必要
白線を光の反射で見つけ、フィー
ルド内に戻る
コート端の壁との距離を測って
フィールド内に戻る



ラインセンサー



超音波センサー

18

18

距離センサーの改良



- ToFセンサーと超音波センサーで応答時間の計測
→ 超音波センサーの方が応答時間が早かった

19

19

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
＜2023 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：VVVF インバータ製作ミッション

ミッションメンバー：システム工学部 3 年 香山 力也，システム工学部 2 年 松浦 和貴，
システム工学部 1 年 氏原 伊吹

キーワード：VVVF インバータ， モーター制御， 誘導電動機， 正弦波 PWM， 鉄道

1. 背景と目的

VVVF インバータ製作ミッション（以下、本ミッション）では、近年 SDGs などの環境対策への関心から注目を集めている鉄道や電気自動車等の分野で主に使用されている交流電動機の制御装置を設計・製作からプログラムまでを自らの手で行うことにより、本ミッションを通してインバータや交流電動機などの理論や構造を学習し、知識として今後の活動へ役立てることを目的としている。

また、本ミッションでは汎用的に使用できるインバータ装置の製作を目指した。これは他のクリエプロジェクトやミッションにおいて交流電動機を使用する際、一からインバータ装置を製作することなく本ミッションで製作したインバータ装置の設定を使用したい環境に合わせて再設定するだけで簡単に交流電動機を制御できるようにするためである。これによりクリエ全体での活動をより高度なレベルへ高めることを目的とした。

2. 活動内容

本ミッションの活動内容は大きく分けて以下の 4 つとなっている。

① インバータと交流電動機の理論を学習

インバータ装置を製作するにあたって始めにインバータや制御対象となる交流電動機の理論や仕組みを学習した。

② インバータ装置の回路設計

学習した理論を基にデータシートや文献を参考に回路を設計した。当初の予定では PSIM というパワーエレクトロニクス向けの回路シミュレーターを用いてインバータ装置やその周辺回路までを設計からシミュレーションを行う予定だったが、後述するメイン回路で使用した部品のデータシートに回路図や部品の選定方法が事細かに記載されており、回路シミュレーションをすることなくインバータ装置の製作が可能となったため、ほとんど使用されることは無かった。その部品というのが IPM と呼ばれるインバータ用のモジュールです。

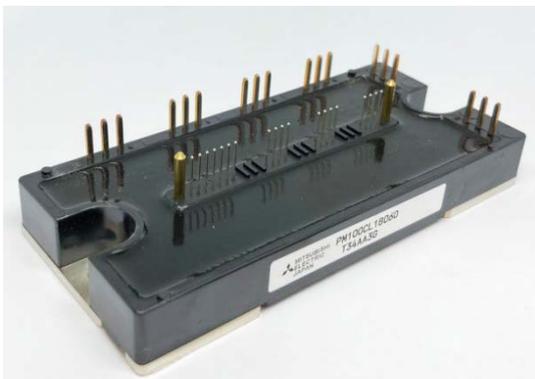
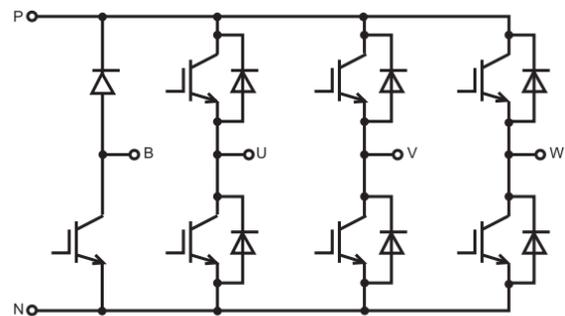


図 1 IPM



7 素子 (インバータ+ ブレーキ)

図 2 IPM の内部配線図

三菱半導体 IPM L1/S1-シリーズ活用の手引きより抜粋

IPM は Intelligent Power Module の略でインバータ装置用のパワー半導体とパワー半導体のスイッチングを制御するゲートドライブ回路、短絡や温度上昇等の異常動作時にインバータ回路を保護する保護回路が 1 つに収められた自作インバータ装置向け多機能モジュールです。本ミッションではパワー半導体に IGBT 素子が採用されている三菱電機製の製品を採用しました。製作するにあたって各種条件や細部の部品選定のために IPM のデータシートや設計の手引きを参考にしました。それらの資料に IPM を含めたインバータ装置全体の回路図が記載されていたため、そちらをベースにその他必要な回路のみを新規設計した。

その他必要な回路としてデッドタイム生成回路の回路を設計した。デッドタイム生成回路はインバータ回路の IGBT 素子のスイッチング時に発生するタイムラグによる短絡を防ぐために用いられる回路である。図 2 の IPM 内部配線図からもわかる通り、三相の各相にそれぞれ IGBT 素子が 2 つ配置されておりそれぞれを反転した信号で制御します。IGBT 素子には ON もしくは OFF になるタイミングでごく微小な時間タイムラグが発生するため、普通に制御するだけではこの時間中 IPM が短絡し破損してしまう。そこで、制御信号にもタイムラグを発生させることで短絡を防ぐための回路が必要になる。この人工的に生成したタイムラグをデッドタイムと言い、このデッドタイムを発生させる回路をデッドタイム生成回路と言う。今回は IPM のタイムラグが $2\ \mu\text{s}$ ~ $3\ \mu\text{s}$ 程度なので $4.55\ \mu\text{s}$ のデッドタイムを発生させる回路を製作した。回路設計にあたり東京電機大学出版局の『たのしくできる単相インバータの製作と実験』を参考にコンデンサの充電時間を使用した回路を採用し、部品の選定とデッドタイムの長さを決定した。

③ 制御ソフトウェアの開発

インバータ装置を動作させるための制御ソフトも製作した。本ミッションでは VVVF 制御と呼ばれる方式を採用した。VVVF は Variable Voltage Variable Frequency の頭文字をとったもので、直訳すると可変電圧可変周波数制御となる。これは周波数を自由に制御することで電動機の回転数を制御でき、周波数に比例して電圧も制御することで電流を一定に保ちトルクを一定にすることができる制御方式である。

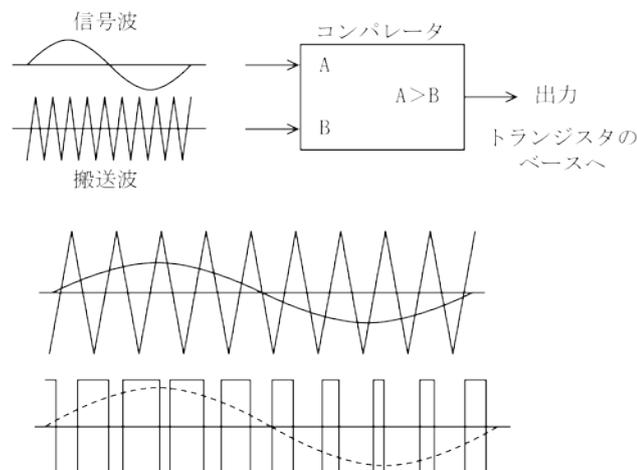


図 3 制御信号の生成方法

公益財団法人 日本電気技術者協会 電圧・電流波形のいろいろ(7) (インバータ機器)

図3はインバータ装置の制御信号の生成方法を再現したものである。制御信号は $\sin(t)$ で表される信号波と、 $\cos(\cos(t))$ で表される搬送波をコンパレータで比較することで矩形波のPWM信号を生成し、この信号が制御信号となる。周波数を変更する時は信号波の周波数を、電圧を変更する時は信号波の振幅を変更することでVVVFインバータ装置を制御することができる。

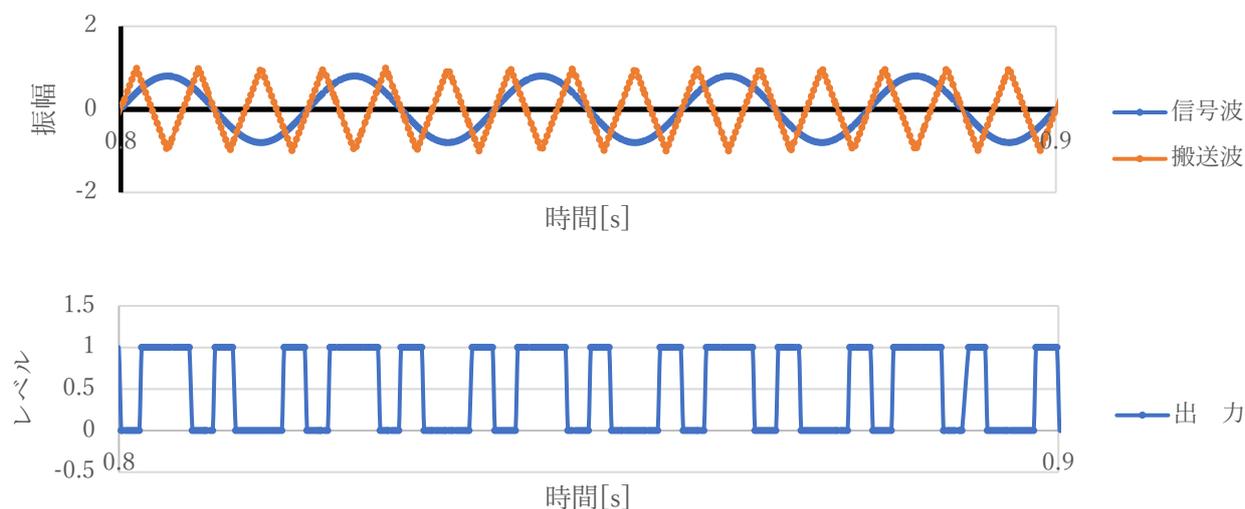


図4 制御信号生成テスト

図4は信号波と搬送波の生成と信号の出力をテストした際のデータをグラフ化したものである。制御信号の生成にはPython使用し設定に応じて信号波では周波数と振幅を、搬送波では周波数を変化させることで矩形波状のPWM信号の波形を変化させ周波数と電圧を制御している。

④ インバータ装置の組み立て

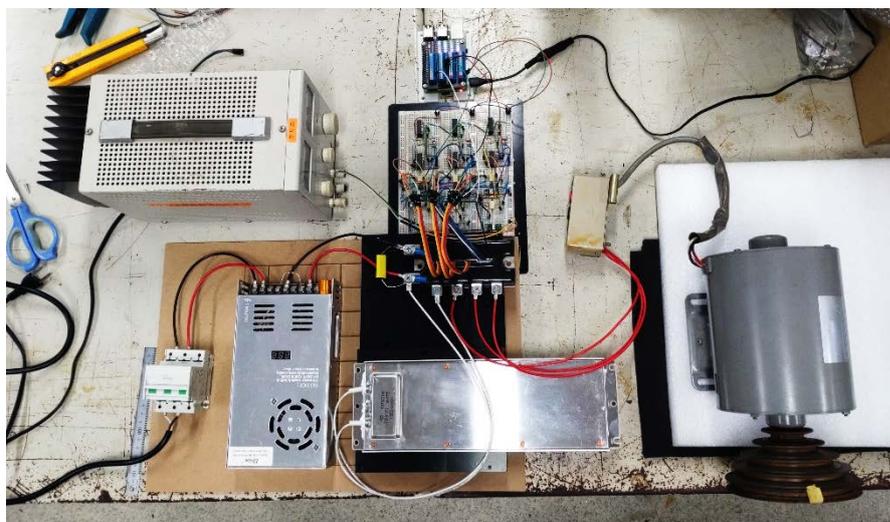


図5 インバータ装置の全体図

図 5 は製作したインバータ装置の全体図である。左上が制御回路用の電源で左下はモーター駆動用の電源である。中央上側が今回制御に使用した Raspberry Pi 3B で、ここで生成した信号をその下のデッドタイム生成回路とゲートドライブ回路の一部に入力し中央の IPM を制御する。中央下側は発電ブレーキ用の回生抵抗で右側が動作試験に使用した 0.3 kW, 4 極の三相かご型誘導電動機である。

3. 活動の成果や学んだこと

製作したインバータ装置を使用して実際に電動機をプログラムで指定した周波数と電圧で回転させることに成功した。しかし、指定した一定の周波数で回転することには成功したが、段階的に回転数を上げるもしくは下げる制御の際に逆回転やスムーズに回転しないなどの不具合が発生したため正常に回転させることはできなかった。これは信号波と搬送波の生成プログラムに何らかの不具合があり、生成された制御信号が正しい PWM 信号になっていないためと考えられるが、正確な理由は判明していない。

本ミッションでは自作でインバータ装置を製作したが、今回の動作試験に使用した電動機の規模では国内大手メーカーが 2 万円程度でインバータ装置を販売している。本ミッションでは 7 万円の予算をいただいてインバータ装置を製作したが、市販品は低コストで多種多様な制御法に対応するなど性能も高いためインバータ装置を自作することはあまり現実的でないことも分かった。

一方、本ミッションを通してインバータ装置の仕組みを学習することができた。また、本ミッションで製作したインバータ装置では使用しなかったが日本でのインバータ装置製造大手の各メーカーで採用している独自の制御法や構造についても学ぶことができたためとても良い経験になった。

4. 今後の展開

本ミッションで得た制御に対する知見を基に来年度以降人の乗れる 1/10 スケール程度の鉄道模型を製作し、地域のイベントなどで乗車体験や運転体験を提供したいと考えている。

5. まとめ

本ミッションでは鉄道や電気自動車などの電動機制御に使用される VVVF インバータ装置を設計から製作まで自ら行った。インバータや電動機の理論や構造を学習し、三菱電機の IPM を使用し周辺回路の設計やシミュレーション、使用する部品の選定を行いインバータ装置に必要な回路を製作した。また、制御のためのソフトウェアも自ら開発した。Python を使用して制御に必要な波形を生成し矩形波状の制御信号を出力し、完成したインバータ装置の動作試験ではプログラムで指定した任意の周波数で回転することに成功した。低速から高速まで自由に回転速度を制御できることを確認できたが、プログラムの不具合で連続的に回転速度を変化させる動作については実現することができなかった。

本ミッションを通じてインバータ装置を一から自作したが、日本のインバータ大手メーカーからは様々なインバータ装置がとても安価に販売されており機能性や制御のレベルも高いため、日本メーカーの技術力の高さを改めて実感しました。しかし、今回自作したことで仕組みや電気回路の設計法についても学ぶことができ大変よい経験をすることができた。

VVVF インバータ製作ミッション

ロボットプロジェクト VVVFインバータ製作ミッション

- システム工学部3年 香山 力也
- システム工学部2年 松浦 和貴
- システム工学部1年 氏原 伊吹

1

VVVF インバータ製作ミッション

構成

1. 目的
2. VVVFインバータとは
3. 成果物の内容
 - 3.1 VVVFインバータ装置
 - 3.2 制御プログラム
 - 3.3 動作の様子
4. 結果と課題
5. 来年度以降の目標

2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会

2

VVVF インバータ製作ミッション

1. 目的

近年脱炭素化が急速に進行しており、鉄道や電気自動車等の分野で交流モーターのインバータ制御技術が大きく注目を集めている。



本ミッションでは、主に鉄道で使用されるインバータ制御手法であるVVVF制御装置を製作。

→ 今後のクリエプロジェクトで大型モーターを使用しやすく

2023 6/19 2023年度ミッション報告会

3

VVVF インバータ製作ミッション

2. VVVFインバータとは

インバータとは

- ・ 直流電源から交流電源を生成する装置
- 例：車のシガーソケットから家庭用コンセントに変換する機器



2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会

4

VVVF インバータ製作ミッション

2. VVVFインバータとは

VVVF制御とは

- ・ Variable Voltage Variable Frequencyの頭文字をとったもの
- 直訳すると**可変電圧可変周波数制御**



電圧と周波数を自由に変更できるインバータ装置

→ 周波数を変えることで回転速度を変えることができる

2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会

5

VVVF インバータ製作ミッション

3. 成果物の内容

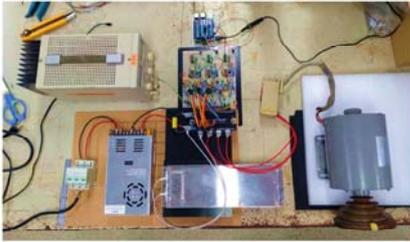
- 3.1 VVVFインバータ装置
- 3.2 制御プログラム
- 3.3 動作の様子

2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会

6

3.1 VVVFインバータ装置 **VWF** インバータ製作ミッション

装置全体図



2024 3/4

2023年度ミッション成果発表会

7

7

3.1 VVVFインバータ装置 **VWF** インバータ製作ミッション

3.1 VVVFインバータ装置



2024 3/4

2023年度ミッション成果発表会

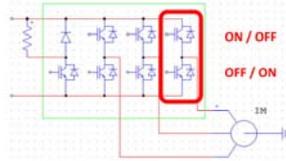
8

8

3.1 VVVFインバータ装置 **VWF** インバータ製作ミッション

・インバータ回路

ゲート駆動信号を基にモーターを動かす交流を生成する回路
高圧・大電流を扱うことのできるパワー半導体を使用



2024 3/4

2023年度ミッション成果発表会

9

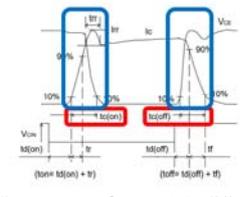
9

3.1 VVVFインバータ装置 **VWF** インバータ製作ミッション

・デッドタイム生成回路

スイッチングをおこなう半導体にはスイッチをOFF→ON (ON→OFF) に切り替える時間が存在。

→この時間を考慮せずにインバータを制御するとショートする。



デッドタイム生成回路にてショートしないよう余裕を持たせる。

三菱半導体 PM50RLA060データシートより抜粋

2024 3/4

2023年度ミッション成果発表会

10

10

3.1 VVVFインバータ装置 **VWF** インバータ製作ミッション

- ・ゲートドライブ回路
- ・ゲート駆動信号をIGBTの駆動ON・OFFに必要なレベルに変換
- ・マイコン側とモーター側を電氣的に絶縁



2024 3/4

2023年度ミッション成果発表会

11

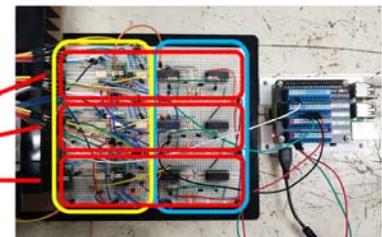
11

3.1 VVVFインバータ装置 **VWF** インバータ製作ミッション

制作した制御回路

デッドタイム生成回路
ゲートドライブ回路

U相
V相
W相



2024 3/4

2023年度ミッション成果発表会

12

12

VVF インバータ製作ミッション

3. 成果物の内容

- 3.1 VVFインバータ装置
- 3.2 制御プログラム
- 3.3 動作の様子

2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会 13

13

VVF インバータ製作ミッション

3.2 制御プログラム

出典
公益財団法人 日本電気技術者協会 電圧・電流波形のいろいろ(7) (インバータ機器)
<https://jeea.or.jp/course/contents/01148/>

2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会 14

14

VVF インバータ製作ミッション

3.2 制御プログラム

2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会 15

15

VVF インバータ製作ミッション

3.2 制御プログラム

マスコンを接続してください。

ニコニコ車載機

2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会 16

16

VVF インバータ製作ミッション

3. 成果物の内容

- 3.1 VVFインバータ装置
- 3.2 制御プログラム
- 3.3 動作の様子

2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会 17

17

VVF インバータ製作ミッション

3.3 動作の様子

2024 3/4 2023年度ミッション成果発表会 18

18

4. 結果と課題

結果と課題

- ・ Raspberry Piと自作の制御回路でIPMを制御し, WVFインバータを動作させる事に成功した.
- ・ 任意の回転数で回転させることには成功したが, 連続的に回転速度を変化させることはできなかった.
- ・ 当初使用予定だった直流200V生成回路が使用できなかった.

2024 3/4

2023年度ミッション成果発表会

19

19

4. 結果と課題

制作しての感想

- ・ 交流モーターを制御するとき, インバータを自作することは課題が多く非現実的



インバータ技術世界トップクラスの日本には多くの高性能インバータが安価に

- ・ インバータの仕組みと技術について多く学ぶことができた.



三菱電機 FREQROL-D700シリーズ

2024 3/4

2023年度ミッション成果発表会

20

20

5. 来年度以降の目標



試作した車体



イメージ図

画像は西日本新聞社より抜粋
<https://www.nishinippon.co.jp/item/n/1085366/>

- ・ ミニ鉄道の制作
モーター制御の理論と技術を応用したミニ鉄道の制作.
→ イベント等で遊具として運営

2024 3/4

2023年度ミッション成果発表会

21

21

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
＜2023 年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：NC 機械製作プロジェクト

ミッション名：CAM データによるモータ制御の研究

ミッションメンバー：システム工学部 2 年羽瀧寿彦，社会インフォマティクス学環 1 年森脇蒼誠

キーワード：NC フライス，NC 改造，ステッピングモータ，CAM，CAD

1. 背景と目的

NC (Numerical Control) 工作機械が最初に登場した 1950 年代以前は、全ての加工が人の手によってされていたため、設計通りに正確に加工することは極めて困難であった。しかし NC 工作機械の開発によって、航空機の翼をはじめとした円弧でも直線でもない曲線をもった部品を、高い精度で加工できるようになった。近年ではさらなる市場のニーズの多様化・複雑化に伴い、ますます NC 工作機械の需要が拡大を見せている。また様々な新しい機能を付加する必要も出てきており、最近の NC 工作機械はこの方向に向かって進歩しつつある。そこで、昨年度から取り組んでいる手動卓上フライス盤の改造を継続して行っていくことで、NC 工作機械で用いられている技術や構造について学習し、これからも利用が広がると考えられる NC 工作機械を扱えるようになることを目的とした。

本ミッションでは、昨年度に製作した自作 NC フライス盤を高度化し、新たな制御方法として CAM(Computer-Aided Manufacturing) データを用いた制御に関する研究を行う。まず自作 NC フライス盤の高度化のために、高トルクステッピングモータとモータ制御基板の作製・取り付けを行う。次に自作 NC フライス盤における CAM データを用いた制御方法について学習する。最後に、改造した NC フライス盤での切削活動を行う。

2. 活動内容

2.1 高トルクステッピングモータの選定

はじめに、自作フライス盤に取り付ける高トルクステッピングモータの選定を行った。昨年度まで使用していたステッピングモータでは、軸の両端に近づくとつれてフライス盤の軸を回すのが不安定になっていたため、本年度ではさらに高トルクのステッピングモータを導入することで、安定化させようと考えた。

昨年度までは、トルクが 1.27Nm の MERCURY MOTOR 社製のステッピングモータ ST-57BYG076 を使用していた。そこで本年度は、トルクが 2.2Nm のオリエンタルモーター社製のステッピングモータ PK296-01A を使用した。したがって高トルクステッピングモータの実装によって、トルクが約 1.7 倍向上した。図 1 はステッピングモータの比較を示す。左が昨年度までのステッピングモータ、右が本年度のステッピングモータである。



図 1 ステッピングモータの比較

左：MERCURY MOTOR 社製
右：オリエンタルモーター社製本年度導入

2.2 モータの取り付け

新たに導入した高トルクステッピングモータの取り付けを行った。昨年度までのステッピングモータと比べて、モータの大きさや重さ、軸径が変わっているため、それに合わせた取り付け方法の考案が必要である。以上を考慮して、昨年度までの取り付け方法を拡張して軸とモータの取り付け器具を作成した。取り付け器具は、カップリング、ベアリング、自作した取り付け板で構成されている。図2は取り付け器具を示す。

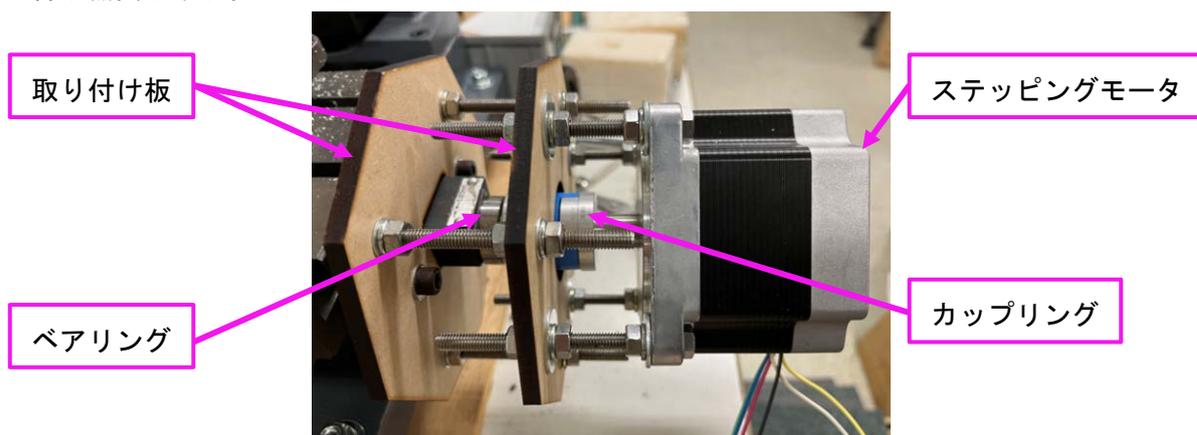


図2 取り付け器具

2.3 モータ制御基板の作製

モータを制御するための基板を作製した。本ミッションで製作するモータ制御基板とは、Arduino、CNC シールド、モータドライバの3つの要素を一体化したものを指している。本ミッションでは、効率化や安定化のため、それぞれ汎用基板を使用して作成した。

この制御基板ではコンピュータから送られてきたGコードを、モータを動作させるための電流へ変換する機能をもつ。Gコードとは、自分で設計したモデルデータであるCAMデータを、数値データに変換にしたものを指す。図3はモータ制御基板を示す。

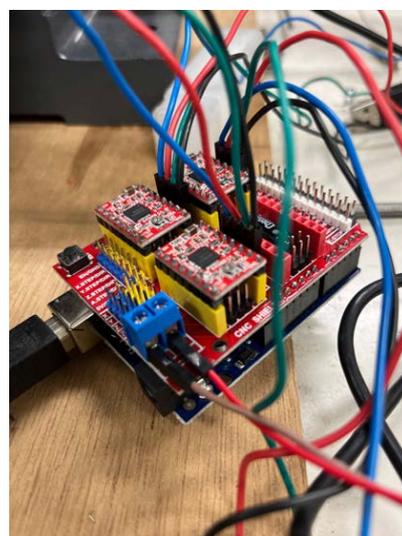


図3 作製したモータ制御基板

2.4 自作フライス盤での切削実験

自作NCフライス盤の改造の後、実際の動作の確認をするために切削実験を行った。今回の切削実験では、「NC」という文字を加工することにした。これを加工しようと考えた理由は、直線や曲線といったモータ制御の精度を確認するために必要な要素が含まれていたためである。

今回は Autodesk Fusion という3DCAD、CAMソフトを利用した。まずはCADで図面の作成を行う。そしてCAMに移行して、原点の位置、切削工具、軸の送り速度等の設定を細かく行う。またCAMでは、

シミュレーションをして動作確認を行う。シミュレーションは必ずやるべき作業であり、切削時に危険な動作をすることがないか確認したり、思わぬところで加工物と衝突してしまうという事態を未然に防いだりするために不可欠である。そしてシミュレーションの後ツールパスの作成をし、パスに問題がないか確認をする。もし思い通りに動作していない場合は、状況に応じて修正をする。その後は、CAMでGコードを生成し、そのデータをコンピュータからモータ制御基板へ送って実際に加工を開始する。図4はCADデータ、図5はCAMデータを示す。

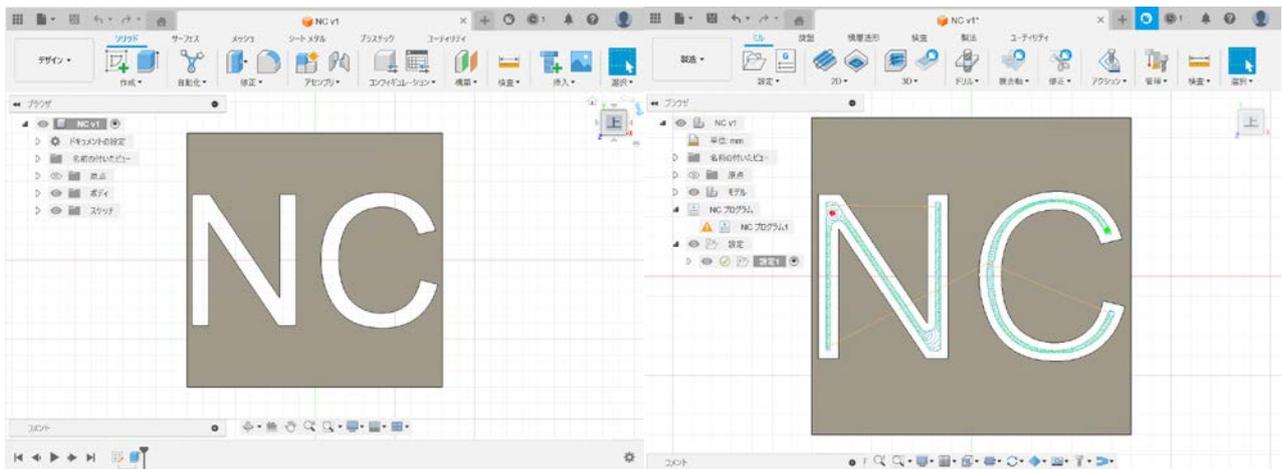


図4 CADデータ

図5 CAMデータ

最後に、自作したNCフライス盤で実際に切削を行った。今回の切削実験には、スタイロフォームという加工物を用いた。スタイロフォームは金属やアルミと比べて安全性が高く、準備や片づけに時間がかからないという理由で採用した。

図6は切削実験後の加工物を示す。図を見ると、「N」の直線部や「C」の曲線部が正確に切削できており、設計した図面通りに加工できていることが分かる。またコンピュータ上で、モータのステップ数の設定を変更することで、図面の拡大や縮小といったことが実現できた。図7は半分の大きさに縮小する実験後の加工物を示す。



図6 切削実験後の加工物



図7 半分の大きさに縮小する実験後の加工物

3. 活動の成果や学んだこと

本ミッションでは、昨年度から継続して手動の卓上フライス盤をNCフライス盤へ改造することで、NC機械の動作に関する理解やモータ制御に関する知識を身に付けることができた。具体的には、NCフライス盤を動作させるために必要な一連の流れを順番に手を動かして確認でき、加工時に必要な手順や注意すべき点に関する理解が深まった。またモータ制御基板の扱い方について、状況を見ながら試行錯誤し、様々な設定を確認できたため、加工寸法の拡大や縮小などのやり方を自分なりに発見できた。図8は本年度作製したNCフライス盤の全体像を示す。



図8 本年度作製したNCフライス盤

4. 今後の展開

本ミッションでは、自作NCフライス盤でのスタイロフォームを用いた切削実験までを完了した。来年度以降は、より複雑なモデルの加工や金属を用いた切削実験および精度確認ができればよいと考えている。また軸反転時のあそびをもう少し減らせるような工夫をしていきたい。現在のNCフライス盤では、0.05mmから0.10mm程度のあそびが軸を反転させるたびに発生してしまっており、誤差として許容する必要がある。このあそびを減らし、より精度の良いNCフライス盤を目指して今後も活動を続けていく。

5. まとめ

本ミッションでは、昨年度製作したNCフライス盤に高トルクステッピングモータやモータ制御基板を付加することで、NCフライス盤の高度化に成功した。またCAMデータを用いたモータ制御も遂行することができ、これにより自分の作成したデータ通りに加工ができるようになった。

2年間のミッションを通して、手動のフライス盤をNCフライス盤へ改造することができた。今後は、この改造したNCフライス盤での切削活動を多く行っていきたい。

2023年度ミッション成果発表会 2024/3/4
 プロジェクト名: NC機械製作プロジェクト

CAMデータによる モータ制御の研究

発表者 : 和歌山大学システム工学部
 2年 羽瀨 寿彦
 指導教員 : 教育学部 科学教育
 教授 木曾田 賢治

0

1

目次

1. プロジェクトの概要
2. 本年度のミッション概要
3. ミッション実施内容
4. 今後の課題
5. まとめ

1

2

1. プロジェクトの概要

- プロジェクト名
NC機械製作プロジェクト
(今年で4年目)
- 目的
NC工作機械の設計・製作をとおして
「ものづくり」の基本を学習する
⇒(1)「ものづくり」の根幹
(2) NC機械の需要拡大

2

3

2. 本年度のミッション概要①

NC化の順序に関する私の考え

レベル0	手動のフライス盤	済
レベル1	スイッチのON/OFFによるモータ制御	済
レベル2	数値の入力によるモータ制御	済
レベル3	CAMデータ*によるモータ制御	本年度
レベル4	5軸のCNCフライス盤	

* CAMデータ: モデルデータを数値化したもの

3

4

昨年度までの活動

レベル2 「数値の入力によるモータ制御」

```

//組み立て時のコメント
//No. ~y20周
for (int i = 0; i < 1; i++) {
  digitalWrite(10, HIGH);
  digitalWrite(11, LOW);
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(100);
}
//No. ~y20周
for (int i = 0; i < 1; i++) {
  digitalWrite(10, HIGH);
  digitalWrite(11, LOW);
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(100);
}

```

昨年度作成したNC機械

マイコン(Arduino)に直接モータの回転数を入力していた
 →その都度プログラムを入力する必要があり、
 多種多様な設計要求にこたえることは困難

4

5

2. 本年度のミッション概要②

- ミッション名
「CAMデータによるモータ制御の研究」
- ミッションメンバー
代表学生: 羽瀨寿彦(システム工学部 2年生)
森脇蒼誠(社会インフォマティクス学環 1年生)
- ミッションの目標
(1) 自作NCフライス盤を高度化する
(2) NCフライス盤をCAMデータによって制御をする
(3) 改造したNCフライス盤での切削活動をする

5

6

3. ミッション実施内容(1)

- 高トルクステッピングモータの選定

昨年度のNCフライス盤に接続されていたモータでは、
フライス盤の軸を回すのが不安定な部分があった



高トルクステッピングモータへ取り換え

→NCフライス盤の精度を向上させるため

6

7

3. ミッション実施内容(1)

- 高トルクステッピングモータの選定

モータ変更時の注意点

- 重さ、大きさ、軸径

それに伴った新たな
取り付け方法の考案、実装
の必要がある



左: 昨年度使用したステッピングモータ
右: 本年度使用する高トルクステッピングモータ

7

8

3. ミッション実施内容(1)

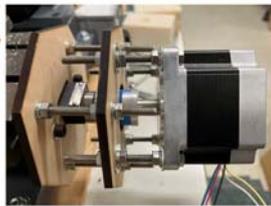
- 高トルクステッピングモータの実装

昨年度



1.27 N·m

本年度



2.2 N·m

トルク
1.7倍

→取り付け方法は、昨年度の構造を拡張

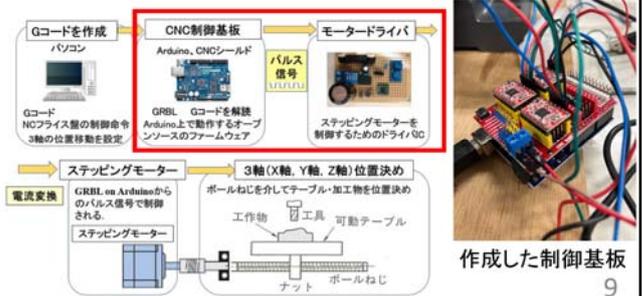
8

9

3. ミッション実施内容(2)

- モータ制御基板の作成

→効率化・安定化のため、汎用基板を組み込んだ制御基板を作成



9

10

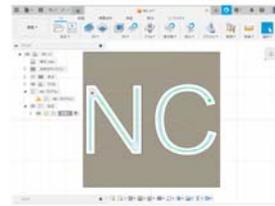
3. ミッション実施内容(3)

- 自作NCフライス盤での切削実験

「NC」という文字を加工することを例に...



CADで図面を作成する



CAMで設定を行う
(原点、切削工具、送り速度等)

10

11

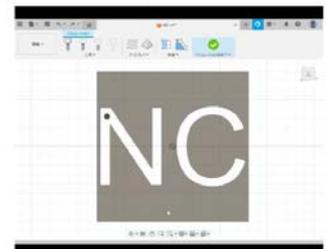
3. ミッション実施内容(3)

- シミュレーションをして動作確認を行う

→ツールパスの作成

→パスに問題がないか確認

→状況に応じて修正

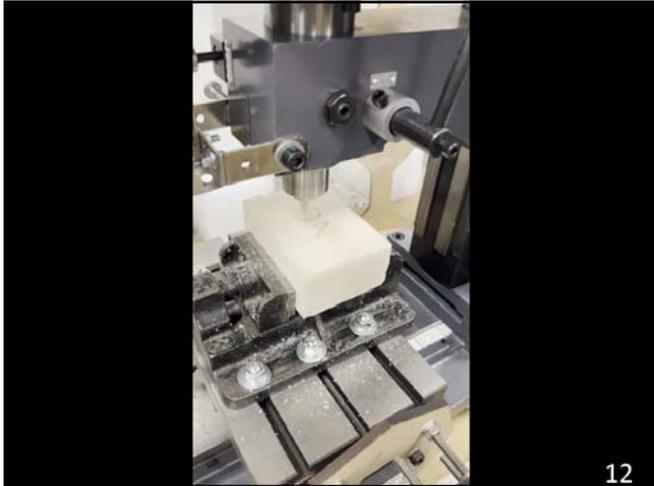


- その後Gコードを作成

→データをコンピュータからモータ制御基板へ送って加工開始！！

11

12



12

13

3. ミッション実施内容(3)



切削実験後



半分に縮小する実験後

- ◆自作した図面通りに切削できた！！
- ◆モータのステップ数の設定を変更することで、
拡大や縮小も実現できた！！

13

14

4. 今後の課題

- 実用化していくには
 - ・基板、電源のケースへの組み込み
 - ・配線の簡素化
 - ・フライス盤と取り付け板の干渉による移動制限の解消
 - ・軸反転時のあそび
(0.05mm ~ 0.10mm 程度のアソビがあるため、
誤差として許容する必要がある)

14

15

5. まとめ

• NC機械の動作に関する理解

→機械を動作させるために必要な一連の流れを、順番に手を動かして確認でき、NC機械に対するプロセス理解が深まった。

• モータ制御基板の扱い方

→初めて制御基板を用いたが、状況を見ながら試行錯誤し、様々な設定を確認できたため、加工寸法の拡大や縮小などのやり方を自分なりに発見できた。



本年度作成したNC機械

15

16

*Thank you for
your attention*



16

17

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
 <2023年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名：新クリエ映像制作プロジェクト-Filimage-

ミッション名：テレビ和歌山共同番組制作

ミッションメンバー：経済学部2年小森貴登、観光学部2年近藤瑠理 他19名

キーワード：株式会社テレビ和歌山、共同制作、撮影、編集、企画

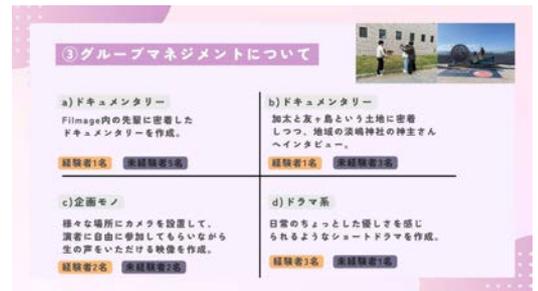
背景と目的

本ミッションは「株式会社テレビ和歌山様との共同番組制作」と「本団体の技術向上」を目的とした。今回、本ミッションを行った動機・背景としては次の通りである。まず、昨年度に当団体が制作した短編映画をきっかけに、株式会社テレビ和歌山様からお声がけ頂き、プロジェクトが始動した。昨年、当団体には「複数人での撮影・編集を行うための仕組み作りが確立していない」という課題があった。そこで本ミッションを通じて、株式会社テレビ和歌山というプロの現場を体感し、一年間を通したプロジェクトを行うことで大人数での番組制作におけるグループマネジメントを学べるのではないかという狙いがあった。また、「企画」「撮影」「編集」においても同様に、テレビ局独自のノウハウを学ぶことを目指した。

加えて、株式会社テレビ和歌山様にとっては、地元の大学生が企画に携わることで、より「ローカルを極める」ことがメリットとして挙げられた。続いて、本ミッションの到達目標としては、制作した映像の「再生回数1万回」である。今回作成したショート動画は、テレビ放映だけでなく番組公式 SNS での発信を予定している。

1. 活動内容

4月	・合同 MTG（今後の予定について） ・テレビ和歌山見学
5月	
6月	・映像制作講座の開催 ・合同 MTG（企画内容について）
7月	・合同 MTG（企画本決定） ・代表者何名かでショート動画仮提出
8月	・班ごとに活動を週1回に定例化
9月	
10月	・合同 MTG（進捗共有）
11月	・各班撮影 ・合同 MTG（進捗共有）
12月	各班撮影
1月	高校生向け企画説明会



本年度の活動スケジュールは上記の通りである。株式会社テレビ和歌山様から企画段階から共同で考えたいとの声を頂いたため、当団体からは映画やドラマの企画案を複数提出した。また、株式会社テレビ和歌山様からは、特別番組制作やミュージックビデオの提案頂いた。しかし、予算や時間の制約上、これらの企画を行うことは困難であったため現在の「ショート動画」の企画へと移行・決定した。企画内容は以下の通りである。

【企画内容】

テーマ：「つながる～やっぱ和歌山」

詳細：当団体と、県内の高校生に「つながり」や「和歌山」を感じられるショート動画を募集し、テレビ放映

時間：15～60秒

7月に企画が決定し、まずは代表者何名かでショート動画を仮制作した。そして提出時に、感じた難点や感想を株式会社テレビ和歌山様と共有し、企画の改善に繋げた。

また、昨年度より大人数での映像制作に課題があったので、制作は4つのグループに分かれることとした。その後、各グループでショート動画の企画、本制作という実践的な活動に移った。その結果、それぞれのグループでは、ドキュメンタリー調の映像や、企画モノ、ドラマ調の映像の制作が進行している。

グループでの制作により、多彩な映像の制作が可能になった他、経験者同士がある程度グループを引っ張ることで非常に効率的な活動を行うことができた。

一人一人が映像の制作に関わる機会が増えたため、グループでの制作は非常に有効であったといえる。

そして1月には、高校生向けに企画説明会を行い、ショート動画募集にあたってのポイントを説明した。

現在は、各班で編集等を行い、提出までの最終調整を行っている。

2. 活動の成果や学んだこと

本活動から得た学びは大きく分けて次の三点である。一点目は、メッセージの弱さである。二点目に、企業様とのやりとりの難しさである。三点目にグループマネジメントの難しさと留意するべき点についてである。

メッセージ性の弱さについて今回のショートムービー制作の初期段階に我々のプレ的に制作した映像をテレビ和歌山の風尾様にフィードバックを頂戴した。その内容の一つとしてメッセージ性の弱さが挙げられた。つまりは我々の中で伝えたい思いや、意図が存在した場合であっても、それを伝えるためのカットが必要であり、そのためにはそれぞれのカットの構図や内容により多くの意味を含ませる必要があるということ学んだ。そして特に、このカットの重要性はショートムービーであるからこそより顕著に現れているのではないかと感じた。これらのカットの重要性について、本ミッションにかかわらず映像制作全体へのフィードバックと考えて、今後のFilmageの活動に生かしていきたいと考える。

企業様とのやりとりの難しさについて

本ミッションのプロジェクトの話を受戴したのはちょうど2023年の2月ごろであった。きっかけは風尾様より本プロジェクトの湯川にご連絡をいただいたことであった。そこから様々なフェーズを乗り越えて現在のプロジェクトの形が生まれた。最初期においては和歌山大学新クリエ映像制作プロジェクト！とテレビ和歌山とのコラボとしてのテレビ番組の政策を目指した。それに向けて我々の中でも複数の企画立案を行った。しかしながらテレビ和歌山内の議論においてその案は却下されることになった。テレビ和歌山内において様々な議論が行われた結果、現在の形であるショートムービーという企画の形が生まれたのお聞きした。またコラボの範囲を我々にとどまらず、和歌山中の高校生を含めることとなった。これまでの我々の活動では我々が作りたいもの、興味のあるものの制作を重視するものの一つとして考えていた。しかしながら今回の制作においてはそれだけではなく、大人を納得させるにたりうるエビデンスが必要であると感じた。そして今回の我々はその点において、テレビ和歌山に提示するまでに至らなかった。

グループマネジメントについて

本ミッションにおいても課題となったのがグループマネジメントの難しさ、モチベーションの維持についてである。映像制作というクリエイティブは非常に地道な場面が多い。例年、多くのメンバーが映像制作というクリエイティブへの興味から加入を決めていただけの当ミッションであるが、実際の映像制作の編集などの比較的高度な作業へ興味を示すメンバーが少ないという課題がある。そしてその点は本ミッションにおいても再度露呈した。今回のミッションを小グループ性にしたことには一人一人の関わり代を多くするという狙いがあった。課題の一つ目はそのグループの人数にある。グループは少なすぎても一人一人の課題の増加などの課題へつながるが、多すぎる場合にも責任感がなくなってしまうのではないかという懸念がある。この点については結論はせず、今後も模索していきたいと考える。

3. 今後の展開

今後の展望について短期的に、今後はテレビ和歌山50周年企画しとしてまた、50周年記念祭、その二点を目指して活動を行う。長期的な目線では、2で例示した課題への解決、特にグループマネジメントの強化を目指す。グループにて行われる映像制作は多くの場合、その役割は細分化される。しかしながら役割を細分化することの弊害はその分業の強さにあると考える。他大学のある映像制作団体は、企画と、技術が完全に分離していると聞く。実際に稼働している団体の仕組みはあらゆる場面で参考になる。しかしながら細分化した映像制作においては現在のテレビ業界において技術が下請けに任されているように上下が生まれてしまう恐れがある。その点を踏まえて我々が全員が企画であり、技術であり、みんなで協力をして映像制作をしてゆきたいという考えている。だからこそ一人一人のメンバーが技術を身につけるだけでなく、それぞれの撮影する画の意味や重要性を認識し制作にあたる必要があると考える。

今後 Filmage として各メンバーの技術の向上を目指すべくして、活動方法など様々な角度からこのグループマネジメントという大きな課題の解決を目指す。またこの課題解決こそが本プロジェクトの存続に関わる重要課題と考えて、より多くの時間を費やしたいと考える。

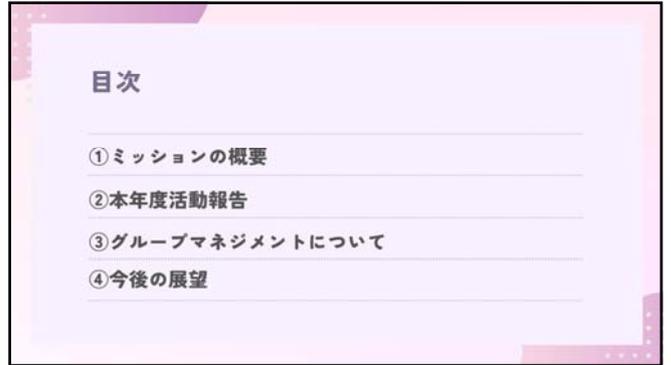
4. まとめ

今回のミッションにおいて我々は多くの学びを得ることができたと考える。社会人の姿の片鱗を垣間見ることができた。映像制作においてショート動画を制作することでそのカット一つ一つの重要性を再度認識することができた。グループで活動することの難しさを再度体験することができた。また、今年度の活動を通して、依頼を受けるとそればかりに注力することになってしまい、なかなか自分たちの作りたい映像が作れないこともわかった。

本年度は、本格的な他団体とのコラボレーションに始めて挑戦し、スキルアップを目指して来たが来年度は基本に立ち返って、自分たちの作りたい映像は何かを改めて追求したいと考える。オリジナルの映画制作を中心に、企画・撮影・編集を自らで完結させ、自分たちの映像の意義を考えていく。



1



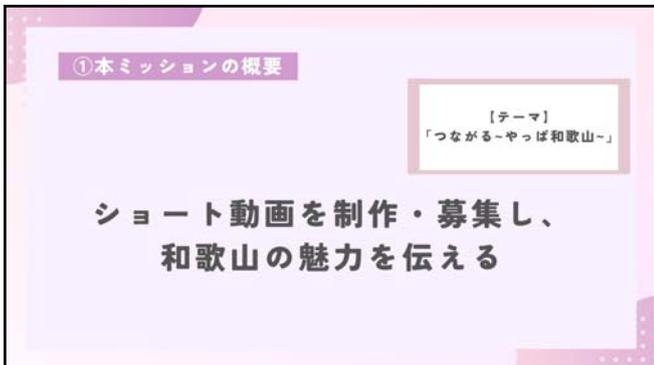
2



3



4



5



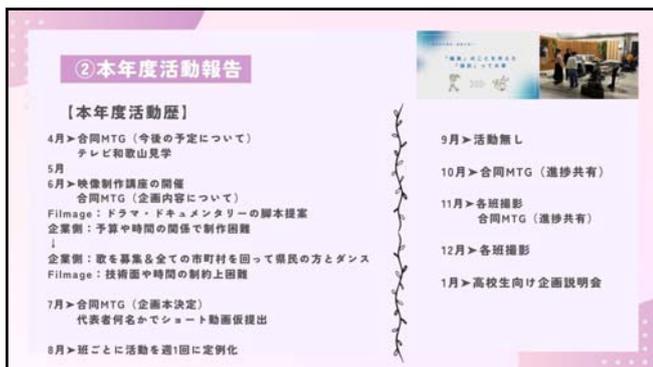
6



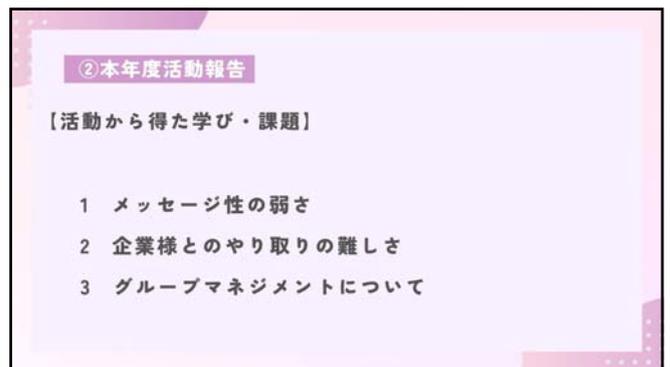
7



8



9



10



11



12

③ グループマネジメントについて



<p>a) ドキュメンタリー</p> <p>Flimage内の先着に密着したドキュメンタリーを作成。</p> <p>経験者1名 未経験者5名</p>	<p>b) ドキュメンタリー</p> <p>加太と友ヶ島という土地に密着しつつ、地域の浜崎神社の神主さんへインタビュー。</p> <p>経験者1名 未経験者3名</p>
<p>c) 企画モノ</p> <p>様々な場所にカメラを設置して、演者に自由に参加してもらいながら生の声をいただける映像を作成。</p> <p>経験者2名 未経験者2名</p>	<p>d) ドラマ系</p> <p>日常のちょっとした優しさを感じられるようなショートドラマを作成。</p> <p>経験者3名 未経験者1名</p>

13

04

今後の展望

14

④ 今後の展望

- ・各班ショート動画の完成・放映

- ・それぞれのメッセージ性をはっきりさせた演出・編集を行う。
- ・「つながる」テーマの元、和歌山の魅力を伝える映像を制作する。

- ・グループでの映像制作のやり方を確立させる。
- ・自分たちの作りたい映像は何かを改めて追究する。

【今後のスケジュール】

- 3/31▶動画募集第1次締切
- 4/27▶テレビ和歌山15周年イベント出演
- 5/31▶動画募集動画第2次締切
- 7/31▶動画募集動画第3次締切
- 9月▶テレビ放送・SNS投稿完了

15

ご清聴ありがとうございました。

16

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
<2023年度ミッション成果報告書>

プロジェクト名：新クリエ映像制作プロジェクト！-Filmage-

ミッション名：ソーラーカードキュメンタリー制作

ミッションメンバー：教育学部3年太子寛人 その他9名

キーワード：密着ドキュメンタリー、ソーラーカー、クリエ同士の協力、映画制作、同時双方向編集

1. 背景と目的

この課題を取り組もうと思った最初のきっかけは、ソーラーカープロジェクトがオーストラリアでの大会に参加することを聞いたことでした。ソーラーカープロジェクトはクリエの中でも最も有名なプロジェクトの一つで、大学内外に影響力を持っています。ただ、私個人としては大学内で学生により広がっていくべきだと感じていました。なぜなら、学生の中でもソーラーカープロジェクトを全く知らない学生がまだまだ多いからでした。これはクリエ全体にも言えることでした。そのため、このミッションは、単にソーラーカープロジェクトの認知度を上げるためだけでなく、それを通してクリエ全体の認知度を上げるためでもありました。また、プロジェクト同士の協力体制は、当時存在せず、個々のプロジェクトがそれぞれ活動していました。協力体制を築くことができれば、プロジェクトそれぞれの発展につながっていくと考えました。今回のミッションはそのモデルケースにしたいと考えていました。これらはある種、「対外的」な目的でした。対内的な目的は別がありました。

私たち新クリエ映像制作プロジェクトは、まだ三年目と若い団体にかかわらず、急激な成長を遂げてきました。それは人数や実績に現れていました。去年は、短編映画で全国的なコンクールで入賞し、テレビで放映されました。今年も、テレビ和歌山やデュプロ精工などの大学外の団体とコラボしました。そしてメンバー数は30人を超えました。こうした進歩の中で、映像撮影技術や編集技術など映像制作の基礎は固まったと思いました。それをより進歩させるために新しいことにチャレンジする機会が必要でした。そこで映画制作のような今までにない大規模なミッションにしたいと思っていました。そんなときにソーラーカーのお話を耳にしました。まとめると、このプロジェクトがより大きくなっていくため、総合的な映像制作技術を向上させることがこのミッションの対内的な目的でした。また、その一部に同時双方向編集技術の確立がありました。同時双方向編集は映像編集技術を向上させるための活動の一環で、複数人が同時に一つの動画を離れた場所から編集する技術と定義しました。これまでは、一人の編集担当者が単一の場所で編集を進めていました。複数人で編集する場合は、その場所を入れかわり編集を行っていました。しかし、これでは編集作業の効率が悪く、制作期間が延びてしまう原因となっていました。そこでより効率の高い同時双方向編集の技術を確立させ、映像制作技術の向上につなげようと考えました。また、当時はその技術自体は編集ソフトによっては実装されていましたが、その技術を用いた実証データがほとんどありませんでした。なぜなら基本的に一般に流通している編集ソフトのユーザーは、個人の動画制作者が多く、複数人で編集すること自体がなかったからでした。グループで活動する動画制作者も存在していますが、一つのパソコンで交代で編集するケースや、編集担当者を決めて一任するケースも多いため、このような技術は広まりませんでした。しかし、そういったケースは人数の多い本ミッションでは参考にならず、未開拓な同時双方向編集を取り入れることになりました。

これらの目的の到達点もそれぞれ別のものでした。対外的な目的に対する到達点と目標は、完成した作品をソーラーカープロジェクトに提供し、広報活動に利用していただくことでした。対象は、大学外の企業などを組織と和歌山大学の学生でした。その効果を確認するために、視聴してくださった方々への簡単なアンケートとソーラーカープロジェクトに協力していただける企業数の推移とソーラーカープロジェクトのメンバー数の推移を調査し、考察を進める予定でした。

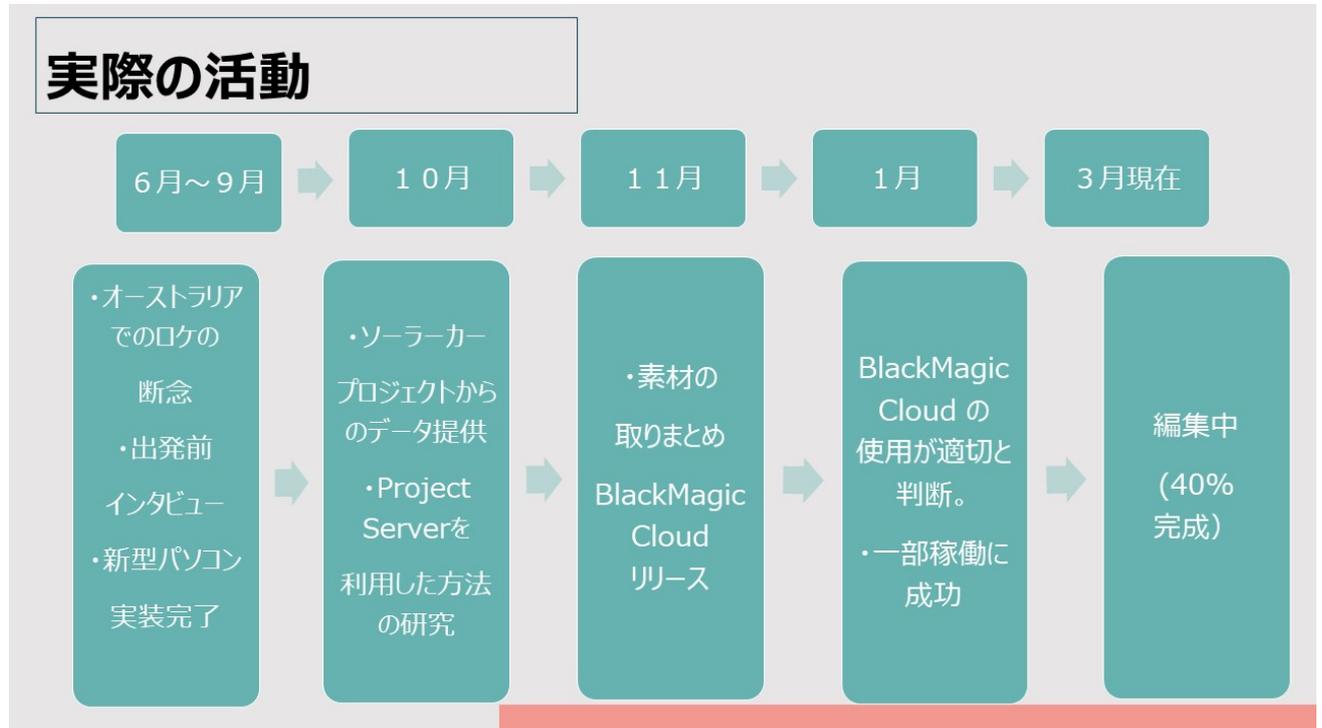
また、対内的な目標に対する到達点と目標は、コンクールに出展し、短編映画を製作した時よりも価値の高い賞を獲得すること、そして同時双方向編集を実現させることでした。これは、作品を完成させることを前提とし、それ自体も目標の一部となっていました。それは、作品自体が今までで最も難易度が高く、制作のレベルが高いからでした。そのため、完成させること自体が、映像撮影技術や編集技術など映像制作技術が向上させることができたと考えられ、対内的な目的を達成につながると思われました。

2. 活動内容

活動内容は大きく分けて、「映像制作」と「同時双方向編集」に分かれました。映像制作に関しては、まず、5月にミッションメンバーそれぞれの作りたいドキュメンタリーのイメージを一致させるためにミーティングを数回行いました。その中で実際のドキュメンタリー作品を鑑賞し、ドキュメンタリーとはどういったものなのかと作りたい作品のイメージを広げていきました。同時にどういった画角が用いられているかなど、実際の撮影のイメージも膨らませていきました。6月にはその実践もかねて、ソーラーカーの制作風景を撮影するロケを行いました。撮影は順調に進んでいましたが、日程調整に苦労する部分が多くありました。そんな中、オーストラリアでの大会ロケを断念せざるを得なくなりました。その要因として、人数と予算の問題がありました。初期の案では、ミッションメンバー全員でロケを行い、その予算は個人負担とプロジェクト内の予算から賄う予定でした。しかし、資金を出せるメンバーが少なく、ロケに行けるメンバーが私含め3人程度となってしまいました。そうすると一人当たりの負担額が跳ね上がり、結局断念せざるを得ない状況となってしまいました。それでも、ソーラーカープロジェクトで撮影した映像素材を提供していただけることになり、ミッション自体は継続できる流れとなりました。映像素材を提供していたのは11月でした。その後1月までは同時双方向編集に注力した影響で編集には着手できませんでした。さらに、残念ながら計画当初とは異なった素材だったため、作品の方向性やイメージを変更することになりました。その影響で編集が難航してしまい、当初の予定の期日には間に合わず、現在も編集を続けています。

同時双方向編集に関しては、6月に新型パソコンを実装する部分から始まりました。その後、計画当初から予定していた project server 方式での同時双方向編集の実現に取り組みました。project server 方式とはクリエ内のパソコンをサーバー機、いわば親機とし、他のパソコンが子機となって親機の編集画面にアクセスするという方式です。この方法は、Davinci Resolve という編集ソフトでのみ有効な方法で、調査の中では数個の実証例が発見できました。実証例と同じように取り組みましたが、エラーで失敗を繰り返しました。エラーの解決方法も調査しましたが、発見できずにいました。そうした状態で迎えた11月、Black Magic Cloud が発表されました。これは project server 方

式とは異なり、クラウド上の編集データを利用して、各パソコンがクラウドに接続し、そこで編集ができるというものでした。12月に実装できるように取り組み、成功しました。問題なく稼働しており、project server方式よりも簡単で、エラーはほとんど出ませんでした。エラーが出た場合も再起動等で簡単に解消できるものでした。



3. 活動の成果や学んだこと

活動の成果は、大きく分けて二つありました。一つは同時双方向編集の実現でした。Black Magic Cloudを用いれば、場所や時間にとらわれることなく、複数人での編集が可能になりました。これは、真の意味でチームで映像制作をすることにつながりました。そしてこの技術は今後、このプロジェクトの規模が大きくなっていくにつれて、ますます影響力を持つと考えています。映画制作など大規模な映像制作ではこの技術は欠かせないものになるでしょう。そういった意味ではこの成果はこのプロジェクトの未来につながる大きな成果であると考えます。

もう一つは、失敗による経験でした。映像制作に関して言えば、未だ完成していない点で失敗といえます。しかしこの失敗の中で多くのことを学びました。例えばチーム運営のノウハウや新人育成です。こういったことは、失敗から学ぶ部分が多いと考えます。そのため今まで個人の能力に依存してきた3年目のこの若いプロジェクトにとっては、これからを考えるうえで大きな収穫でした。

4. 今後の展開

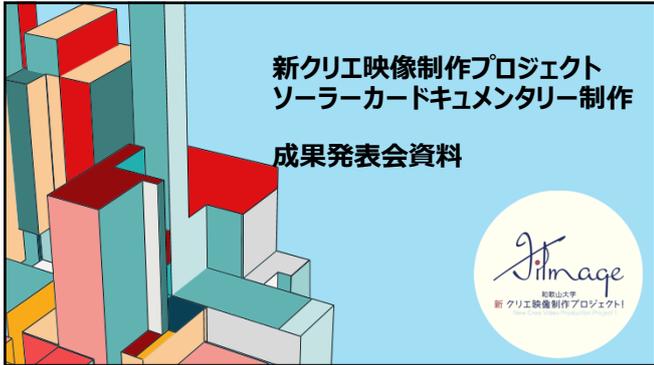
今回の映像制作に関しては完成を目指し、取り組んでいきます。「完成」させること自体が私たちにとって経験となり、成長に繋がっていきます。そして目的の一つであるプロジェクト同士の協力の実証例にしたいと考えています。また、同時双方向編集も今後運用を続けていく予定です。この技術的進歩は次の世代につなげていきます。今後の課題としては、映像制作未経験の新生をどう取り込んでいくのか、技術を継承していくのかという部分があげられます。今回、映像制作に関して大きな障害となったのは計画に変更を余儀なくされたのもそうですが、ミッションメンバーに新生が多く、ミッションの規模とメンバーの技量にミスマッチが起きていたことでした。実際、撮影したインタビューの映像素材を確認

すると反省点が多く、映像素材にならないものもありました。映像撮影技術や編集技術など映像制作の基礎は固まったと思っていましたが、それが次の世代に十分に継承できていませんでした。団体として新人育成のプロセスを見直す必要が露呈したといえます。今回の失敗を繰り返さないためにも、今回の経験を活かし、新人育成と団体運営のやり方を変革していきます。

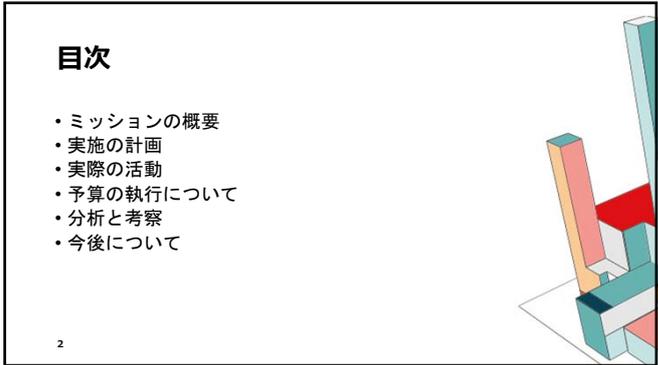
5. まとめ

今回のミッションでは、ソーラーカードキュメンタリー制作と同時双方向編集の実現に取り組みました。同時双方向編集は成功したものの、映像制作は期間内には完成しませんでした。ただ、今までにない大きな規模でのミッションにチャレンジし、失敗の中からこれからのこのプロジェクトにつながる経験を得ることができました。この経験を活かし、今後もこのプロジェクト並びにクリエイエの発展に寄与していきます。

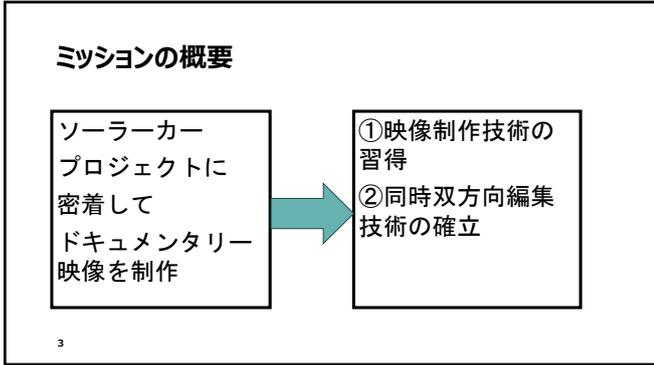
最後に、今回のミッションにチャレンジすることを承認し、援助していただいたクリエイ関係者の皆様に厚く感謝申し上げます。



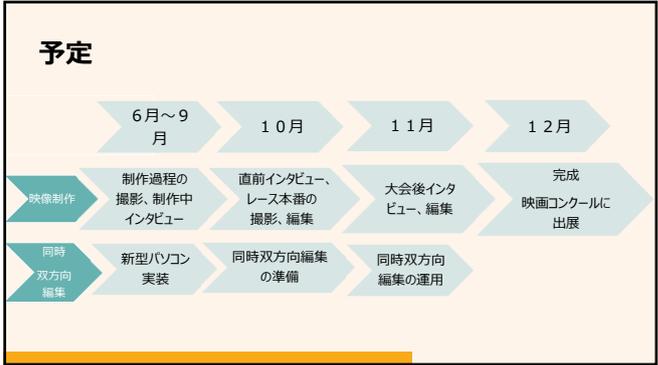
1



2



3



4

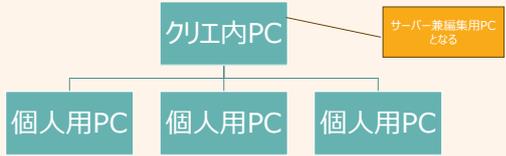


5



6

同時双方向に関する二つの手法
PROJECT SERVERを利用した方法



7

PROJECT SERVERを利用した方法の特徴

- | | |
|---|--|
| <p>メリット</p> <ul style="list-style-type: none"> 追加料金が発生しない 期間の制約が存在しない | <p>デメリット</p> <ul style="list-style-type: none"> 工程が複雑 素材は各PCでダウンロードしておかなくてはならない 同じネットワークに各PCが接続しなければならない 各PCが同一バージョンでなくてはならない 関連情報が少なく、障害が発生した場合に対応できない |
|---|--|

8

8

同時双方向に関する二つの手法
BLACKMAGIC CLOUD



9

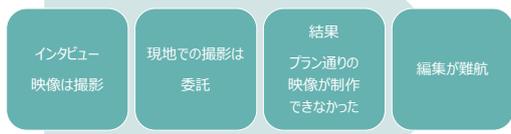
BLACKMAGIC CLOUDの特徴

- | | |
|---|---|
| <p>メリット</p> <ul style="list-style-type: none"> 場所を問わず利用できる 何人でも追加できる PCのストレージを圧迫しない クラウドストレージとしても利用できる 関連情報が多い | <p>デメリット</p> <ul style="list-style-type: none"> サブスクリプション制 クラウドのストレージに限りがある 各PCが同一バージョンでなくてはならない |
|---|---|

10

10

分析と考察
映像制作に関して



11

11

分析と考察
映像制作に関して

原因として以下のような要因が考えられる

- 映像制作に関する技術が十分に養成できなかった。
- 度重なる障害に対応できなかった。
- メンバーの状態について十分把握できなかった。

12

12

**分析と考察
同時双方向編集に関して**

分析

- Blackmagic Cloudで稼働に成功
- 現時点でクリエイ内で完結して運用できない
- 資金面で懸念点が残る

考察

- Blackmagic Cloudは有用性が高く、今後の使用の頻度も高まると考えられる。
- ただ、一時的な稼働にとどまると予想される



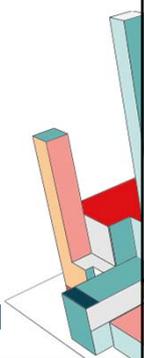
13

13

作品のイメージ



Prime Originalドキュメンタリー・シリーズ『グランプリ・ドライバー』

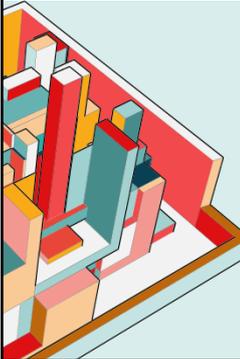


14

14

今後について

- 制作自体は継続して行い、完成を目指す
- ここで得た経験を後の世代に残し今後のプロジェクトの発展に貢献する
- 大規模な編集など特定の場面でBlackmagic Cloudを用いた同時双方向編集のシステムを運用する



15

15

ご清聴ありがとうございました



16

16

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
＜2023年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：服&本の交換プロジェクト 「GREEN CLOSET」

ミッション名：服&本の交換イベント開催による、「ファッション・スワップ」の認知度向上と、環境負荷および学生の経済的負担の軽減

ミッションメンバー： 経済学部 3年堀口智恵美
経済学部 2年宮崎一輝
経済学部 1年中瀬遥

キーワード：SDGs リユース ファッション・スワップ サステナブル・ファッション 服&本の交換会

1 背景と目的

ファッションは多くの人にとって需要のあるものであるが、実際には服の約7割がゴミとして廃棄されている現実が存在する。廃棄されずに国外に輸出されたとしても、それらの古着が輸入国で溢れかえり環境や産業に悪影響を及ぼすこともある。

このような問題を解決するためにも、我々は本・服の交換会（ファッション・スワップ）を行うことを考えた。

2 活動内容

2.1.1 交換券の導入

交換会を行うにあたり、我々は服・本の交換の間に交換券を導入することにした。交換券の導入は、ただ服・本を持ってきた当日以外での交換を可能にするだけではなく、交換の権利を第三者に譲渡を可能にすることも目的としている。

交換権利の譲渡であるが、一般的に交換会では服・本を持ってこなければ参加することはできない。これによって、イベント当日の飛び入り参加が難しくなりモノの移動が滞っているのが現状である。それに対して、我々は交換券を用いることによって権利を実際に目に見える形にした。交換券という形にすることによって、服・本を寄付した人、つまり交換券が必要ない人の交換権利をこちらで管理することを可能にしたのである。これにより、交換会当日に服・本を持ってきていない人でも服・本を持っていくことが可能になり、モノの移動が増え、必要なモノが必要なだけ人に届きやすくなるのである。

2.1.2 今年度の活動

今年度は、夏の交換会（7/31～8/4）、和大祭（11/18～19）、みそのマルシェ（12/16）、和歌山市主催本の交換会（1/27）の計9日間活動を行った。

初めての活動である夏の交換会では、活動以前に我々個人で集めた服・本があったため在庫数は出庫数をかなり上回る結果になった。しかし、活動当初は利用してくれる学生数は少なかったが、開催3日後には利用する学生数が増加していった。興味本位で見学に来てくれた学生もいたが、我々が導入している交換券を利用して服・本を持って行ってもらうこともあった。（表1参照）

次に、和太祭での活動である。和太祭前の和太フェスタでの宣伝や第2回目の活動ということもあり、第1回の活動に比べ初日から利用してくれる方が多かった(表2参照)。学外の方も参加できる初のイベントであり不安もあったが、和太フェスタ時に興味を持ってくれた和太生のOBの方々が参加してくれたこともあり無事終わることができた。

第3回目の活動は、みその商店街で行われているみそのマルシェに出店した。この活動では、この活動が事前に認知してもらう必要があることを再認識した。我々も事前にInstagramなどのSNSを利用して広報活動は行っていたが、当日は服・本を持ってきてくれた人が少なかったのが現状であった。しかし、我々が導入している交換券によって、当日この活動を知った人が「持っていく」だけでも参加してくれるようになり、モノの移動は問題なく行うことができた(表3参照)。

今年度最後の活動は、和歌山市の主催で行われた本の交換会である。本の交換会であるため、我々も服は持たず本のみで参加した。今までのイベントは認知の必要性もあり持ってくる量はそこまで多くなかったが、本イベントの参加者は本交換会であることを認知して参加していたため、我々も交換という形を問題なく行うことができた(表4参照)。

表1 夏の交換会 基礎統計表

日付	A+B統計	入 (I)			出 (O)			交換リンケージ (異なる日)				
		小計	衣	本	小計	衣	本	小計	衣→衣	衣→本	本→衣	本→本
7月31日	87	87	37	50	0	0	0	0				
8月1日	19	19	17	2	0	0	0	0				
8月2日	20	15	3	12	5	0	5	1				1
8月3日	21	11	1	10	10	2	8	6			2	4
8月4日	41	28	3	25	13	5	8	8	2	2	1	3
イベント計	188	160	61	99	28	7	21	15	2	2	3	8
次へ		入-出			54	78						

表2 和太祭 基礎統計表

日付	A+B統計	入 (I)			出 (O)			交換リンケージ (異なる日)				
		小計	衣	本	小計	衣	本	小計	衣→衣	衣→本	本→衣	本→本
引き継ぎ		入-出	54	78				0				
11月18日	32	15	3	12	17	4	13	5	2	3		
11月19日	87	54	30	24	33	17	16	11		1	5	5
イベント計	119	69	33	36	50	21	29	16	2	4	5	5
次へ		入-出			66	85						

表3 みそのマルシェ 基礎統計表

日付	A+B統計	入 (I)			出 (O)			交換リンケージ (異なる日)				
		小計	衣	本	小計	衣	本	小計	衣→衣	衣→本	本→衣	本→本
引き継ぎ		入-出	66	85				0				
12月16日	37	10	9	1	27	16	11	22			14	8
イベント計	37	10	9	1	27	16	11	22	0	0	14	8
次へ		入-出			59	75						

表 4 和歌山市主催 本の交換会 基礎統計表

日付	A+B統計	入 (I)			出 (O)			交換リンケージ (異なる日)				
		小計	衣	本	小計	衣	本	小計	衣→衣	衣→本	本→衣	本→本
引き継ぎ		入-出	59	75				0				
1月27日	52	31	0	31	21	0	21	9				9
イベント計	52	31	0	31	21	0	21	9	0	0	0	9
次へ					入-出	59	85					

3 活動の成果や学んだこと

3.1.1 本活動による環境負荷の軽減

今年度は計4回の活動を行ったが、我々の活動によって出て行った本・服の数は82冊、服の数は44着であった。これを環境省が出している本・服に対する環境負荷で換算していく¹。

本の種類	頁数	1冊あたりのCO2排出量参照値 (gCO2/冊)		
		用途	1色刷り	4色刷り
雑誌	280	カーボン・ワレット用		
		イベント用	6.3 gCO2/冊	25.2 gCO2/冊
書籍 A 5 版	260	カーボン・ワレット用		
		イベント用	3.0 gCO2/冊	11.9 gCO2/冊
書籍 A 6 版	260	カーボン・ワレット用		
		イベント用	1.5gCO2/冊	5.9gCO2/冊

図 5 本1冊当たりの環境負荷



図 6 服1着当たりの環境負荷

上図を参考に(本は書籍 A4 版とする)計算する。すると、本によるCO₂排出量は123g削減することができた。これは、約ドライヤー1回分のCO₂排出量である。また、服ではCO₂排出量は1122kg、水消費量は101200Lもの環境負荷を削減することができた。これはペットボトル(500ml)で換算すると、11220本分の製造CO₂負荷、202400本分の水環境負荷の軽減である。

3.1.2 交換券の必要性

今年度の活動で、交換券を利用して出て行った本・服の数は62点で、全体で交換され出て行った服・本・服の数は126点であった。このことから、交換券の価値を交換券が利用された割合として考えると、 $62/126 \times 100 = \text{約} 49\%$ だということが分かる。つまり、交換券が導入されていることによって、本活動の利用数が倍程度にまでなっているのである。このことから、交換券は活動にとって必要であると考えた。

¹図5 環境省「本(書籍・雑誌・漫画等)の計算方法について(案)」

https://www.env.go.jp/council/37ghg-mieruka/y372-02/mat01_2.pdf

図6 環境省「SUSTAINABLE FASHION これからのファッションを持続可能に」

https://www.env.go.jp/policy/sustainable_fashion/

3.1.3 学んだこと

今年度の活動によって学んだ最も重要な点は、認知度の重要性である。数日間の続けての開催であれば、初めの数日で活動を知り後日活動に参加してくれることはあった。しかし、1日のみの開催では服・本を持ってきてくれる人は少なく、広報活動によって人々に我々の活動を認知してもらうことの重要性を再認識することができた。

4 今後の展開

今年度の活動ではインスタグラムを活用し広報活動を行っていたが、事前に我々のアカウントをフォローする必要があることにより、認知してもらうには限界があった。その為、来年度ではTikTokを活用することで我々の活動を知らない人でも活動を見る機会を得ることができるようし、我々の活動をより多くの人に知ってもらいたい。

また、今年度はイベントでの参加が主であり、開催頻度が不定期であった。これでは参加するのが難しくなるため、来年度は定期化することで安定した参加者数を得たいと考えている。また、リユースボックスを設置することで日時間問わずいつでも服・本を投函できるようにしたいとも考えている。



また、リユースボックス自体はすでに作成し終えている。その為、設置の許可が取れ次第すぐに稼働していきたいと考える。

5 まとめ

本活動は今年度が初めてであったが、学内外問わず活動に参加し多くの服・本の交換を行うことができた。我々が独自で採用した交換券システムによって、服・本の交換会の障壁である「活動に参加するのが難しい」を解消し、当日にこの活動を知った人でも「持っていく」ことで我々の活動に参加できるようになる。このようにして、交換活動を促進するだけでなく、ファッション・スワップの認知向上にも繋がった。今年度の活動を活かしていきながら、来年度も活動に励んでいきたいと考える。

服&本の交換プロジェクト 「GREEN CLOSET」

プロジェクトメンバー
 経済学部3年 堀口智恵美 (代表)
 経済学部2年 宮崎一輝 (副代表・会計) 田代優秋
 経済学部1年 中瀬遥 (安全・5S)

指導教員
 アントレプレナーシップデザインセンター



1

1

- プロジェクト名
服&本の交換プロジェクト「GREEN CLOSET」
- 提案課題名
服&本の交換イベント開催による、「ファッション・スワップ」の認知度向上と、環境負荷および学生の経済的負担の軽減
- ミッションメンバー
 経済学部3年 堀口智恵美 (リーダ)
 経済学部2年 宮崎一輝
 経済学部1年 中瀬遥

2

2

目次

1. 概要
2. 活動報告
3. まとめ
4. 今後の展望

3

3



概要

4

4

問題意識

ファッションは大好き！だけど・・・

約30億着の洋服が廃棄される。1着あたり250gの繊維が排出される。



繊維系ファッションの廃棄には適切な処理が必要で、環境負荷が大きい。

資源の消費が激しく、CO2排出量が多い。リサイクルされた繊維は品質が落ちる。



リサイクルされた繊維は品質が落ちる。また、リサイクルには多くのエネルギーと水が必要で、CO2排出量が多い。

大量の洋服が廃棄される。トラックで運ばれ、最終的に埋め立てられる。



トラックで運ばれ、最終的に埋め立てられる。埋め立てられた洋服は、数百年も分解されず残ります。

5

5

服の約7割はゴミとして廃棄されている



- 33% 古着として販売
- 3% 譲渡・寄付
- 11% 地域・店舗での回収
- 7% 資源回収
- 68% 可燃ごみ・不燃ごみとして廃棄

もったいない！

環境省「SUSTAINABLE FASHION これからのファッションを持続可能に」
https://www.env.go.jp/policy/sustainable_fashion/より引用。

6

6

近年、ファッションのあり方について関心が高まっている。



サステナブルファッションに繋がる取り組みもいろいろあるけど・・・

7

輸出された古着がグローバル・サウスの環境や産業に悪影響を及ぼすこともある。



ウガンダの市場で6円/枚で売られている古着→リサイクルやリユースの結果、地域で購入された衣服は地域で責任をもって消費し、再利用することが望ましい。

原貴太 (2022年1月2日) 「世界中の善意がアフリカの産業を殺している」古着リサイクルに秘められた不都合な真実」
<https://president.jp/articles/-/53225?page=4>, より引用。

8

そこで！

服の交換会
 (ファッション・スワップ)
 を提案します。



9

服の交換会のしくみ

1枚持って来ると1枚持って帰ることができます。

古着のプール



10

交換券の導入

古着→交換券→古着

譲渡可能にすることで、必要なモノが必要なだけ必要な人に届きやすくなる。

↓

地域通貨 (のようなもの) がキャンパス内で流通するように。

11



活動報告

12

今年度の活動

- ・夏の交換会 (7/31~8/4 計5日間)
- ・和大祭 (11/18~19 計2日間)
- ・みそのマルシェ (12/16)
- ・和歌山市主催 本の交換会 (1/27)

9日間

13

13

夏の交換会(大学会館1階学生ラウンジ)



14

14

夏の交換会(大学会館1階学生ラウンジ)

日付	A+B統計	入 (〇)			出 (〇)			交換リンケージ (異なる日)					
		小計	衣	本	小計	衣	本	小計	衣→衣	衣→本	本→衣	本→本	
7月31日	87	87	37	50	0	0	0	0					
8月1日	19	19	17	2	0	0	0	0					
8月2日	20	15	3	12	5	0	5	1					1
8月3日	21	11	1	10	10	2	8	6				2	4
8月4日	41	28	3	25	13	5	8	8	2	2	1	3	3
イベント計	188	160	61	99	28	7	21	15	2	2	3	8	
次へ					入→出	54	78						

15

15

和大祭(東2号館L104)



16

16

和大祭(東2号館L104)

日付	A+B統計	入 (〇)			出 (〇)			交換リンケージ (異なる日)					
		小計	衣	本	小計	衣	本	小計	衣→衣	衣→本	本→衣	本→本	
引き継ぎ					入→出	54	78	0					
11月18日	32	15	3	12	17	4	13	5	2	3			
11月19日	87	54	30	24	33	17	16	11		1	5	6	
イベント計	119	69	33	36	50	21	29	16	2	4	5	5	
次へ					入→出	66	85						

17

17

みそのマルシェ (みその商店街)

18

18

みそのマルシェ(みその商店街)

日付	A+B統計	入 (I)		出 (O)		交換リンケージ (異なる日)						
		小計	衣	本	小計	衣	本	小計	衣→衣	衣→本	本→衣	本→本
引き継ぎ		入-出	66	85				0				
12月16日	37	10	9	1	27	16	11	22			14	8
イベント計	37	10	9	1	27	16	11	22	0	0	14	8
次へ			入-出	59	79							

19

和歌山市主催 本の交換会 (和歌山県民文化会館)

日付	A+B統計	入 (I)		出 (O)		交換リンケージ (異なる日)						
		小計	衣	本	小計	衣	本	小計	衣→衣	衣→本	本→衣	本→本
引き継ぎ		入-出	59	75				0				
1月27日	52	31	0	31	21	0	21	9				9
イベント計	52	31	0	31	21	0	21	9	0	0	0	9
次へ			入-出	59	85							

20



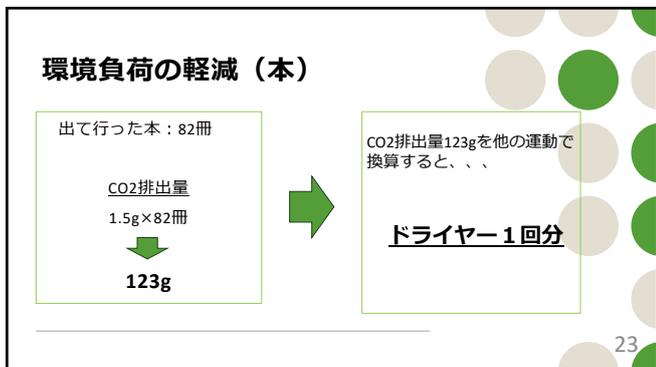
21

環境負荷の軽減 (本)

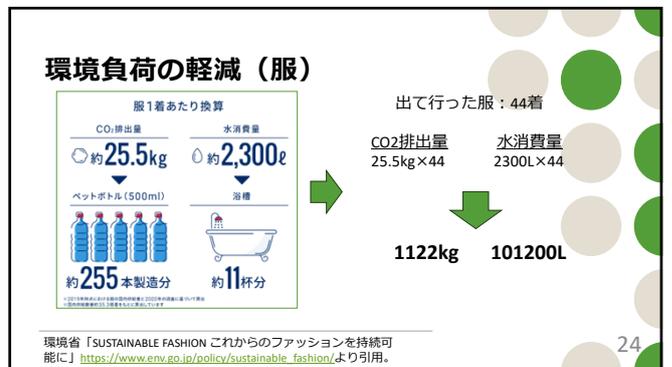
本の種類	頁数	用途	1冊あたりのCO2排出量参照値 (gCO2/冊)	
			1色刷り	4色刷り
雑誌	280	カーボン・フットプリント用 エコインク用	6.3 gCO2/冊	25.2 gCO2/冊
書籍 A 5版	260	カーボン・フットプリント用 エコインク用	3.0 gCO2/冊	11.9 gCO2/冊
書籍 A 6版	260	カーボン・フットプリント用 エコインク用	1.5gCO2/冊	5.9gCO2/冊

環境省「本（書籍・雑誌・漫画等）の計算方法について（案）」
https://www.env.go.jp/council/37/ehg-mieruka/372-02/mat01_2.pdfより引用。

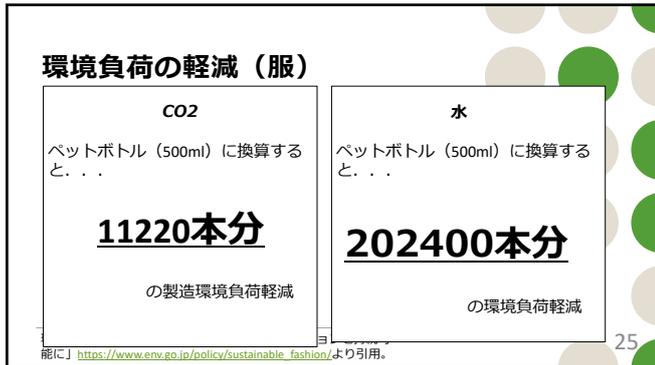
22



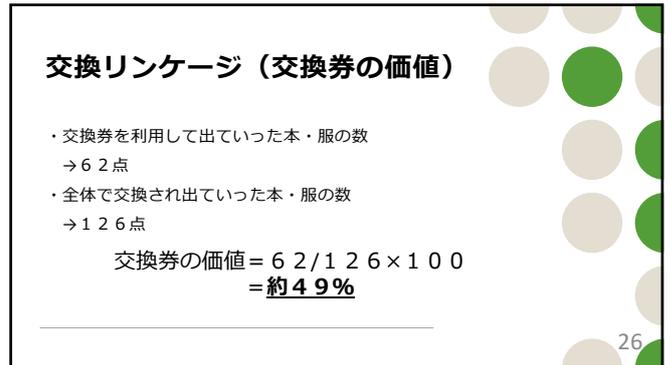
23



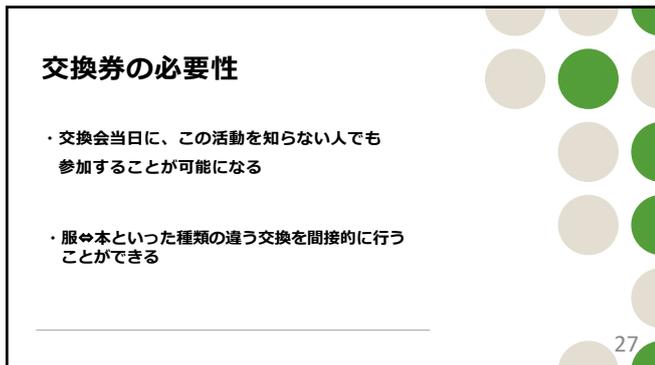
24



25



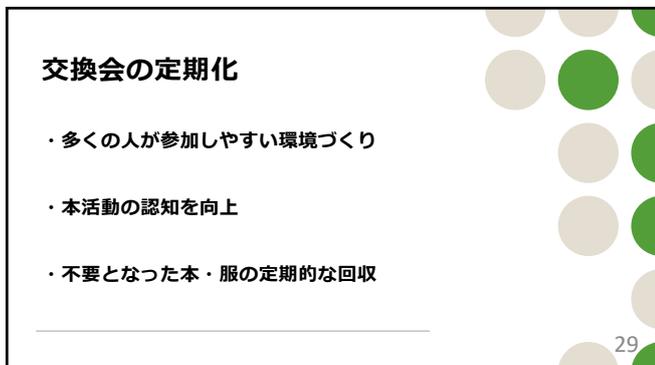
26



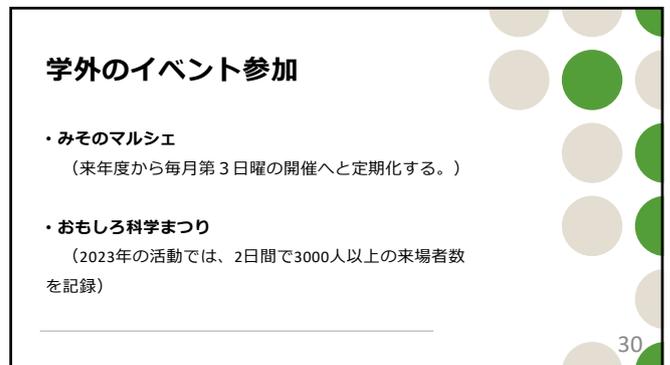
27



28



29



30

リユースボックスの設置

- ・ 日時に制限なく、いつでも投函することができる
- ・ 講義終了後に、不要となった教科書をそのまま投函できる
- ・ 費用が掛からない



31

31

ご清聴ありがとうございました。

32

32

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
＜2023 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

ミッションメンバー：システム工学部 1 年水野晴斗
経済学部 1 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、昼休みの混雑が問題となっている。大学会館の入り口付近まで行列が続く（図 1.1）、長時間並ぶことを余儀なくされることもある。「昼休み後の 3 時限目に間に合わなかった」という声も挙がっている。そこで、食堂利用者である学生や職員に混雑状況を伝えることによって、混雑を緩和できるのではないかと考えた。今回のミッションでは、Web アプリとして食堂利用者に混雑度を提供することで、食堂が混雑している時間帯の利用者を分散させ、混雑を緩和させることが目的である。

本ミッションでは、Raspberry pi を食堂に設置して Bluetooth 電波を読み取ることによって、食堂内・付近のモバイル端末数を取得する。過去のデバイス数データを蓄積させることによって分析を行い、混雑度の予測も行う。開発するアプリでは、現時点での混雑状況に加えて、今後の混雑度についても提供を行う。



図 1.1 食堂の混雑状況

2. 活動内容

本アプリは、フロントエンドは Vue.js、バックエンドに Microsoft Azure を用いて開発を行った。また、周囲の混雑状況を取得するために、Bluetooth 電波を読み取る Raspberry pi model B 4GB を用いた。システム図は図 2.1 のようになっている。

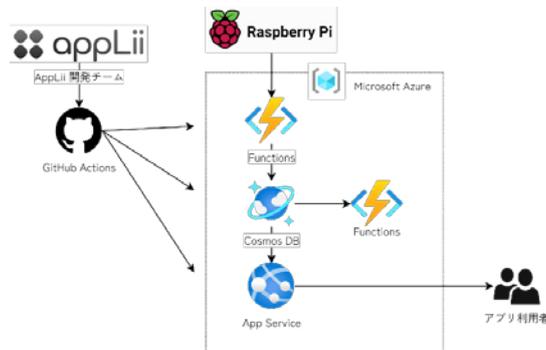


図 2.1 本アプリのシステム図

2.1. Raspberry pi の設置

Raspberry pi を第一食堂（学生会館）付近の3箇所に設置した。図 2.2 はその内の1箇所に設置をした機器である。Bluetooth 搭載端末から発せられる Bluetooth 電波を検出し、デバイス数を取得する。デバイス検出数については、Raspberry pi に接続をしている USB メモリとクラウドに保存をする。

Bluetooth 電波やそれに付随する情報である Bluetooth アドレスは定期的に更新されるため、データの追跡による個人情報の侵害は起こりづらい。更新頻度は端末やメーカーによって異なるため、長時間の追跡ができないようにするために、ハッシュ化をして保存をしている。ハッシュ化する時にランダムに生成した文字列と結合をしてハッシュ化を行うことによって、更新頻度が長い端末にも対応をしている。

設置機器とともに、実験に関する貼り紙も掲載している。貼り紙には、実験によって収集されるデータの種類・データの取捨を拒否する方法を記載している。また、収集する情報の取り扱いに関する詳細な情報を掲載したホームページ URL も記載している。

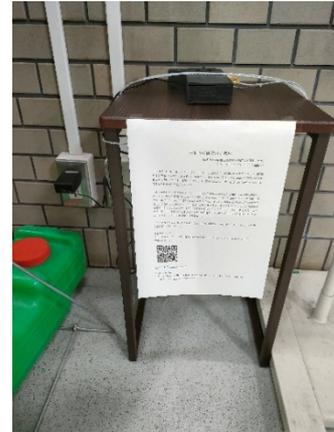


図 2.2 Raspberry pi の設置状況

2.2. バックエンド開発

バックエンド開発は Microsoft Azure を用いた。Python でデータ分析を行うために Azure Functions、データを保存するために Azure Cosmos DB、Web ページをホスティングするために Azure App Service を組み合わせることによって開発を行った。

また、GitHub Actions を用いることによって、ビルド・デプロイを自動化させている。本アプリのソースコード変更後にデプロイ作業を行う必要が省かれるため、開発が効率化された。

2.3. フロントエンド開発

フロントエンド開発は Vue.js を用いた。ユーザは、現在の食堂における混雑状況を確認することが可能にしている。また、学内 Wi-Fi に接続されていれば混雑状況を投票することも可能である。Vue.js のリアクティブ機能や Socket.IO によるリアルタイム通信を活用することによって、ユーザは最新のデータを取得することができる。混雑状況の投票は、混雑状況の予測精度改善に活用できることが期待される。

2.4. AI ペアプログラミング

コーディングをする上で、生成 AI を活用した。対話型 AI である ChatGPT とコーディング支援 AI である GitHub Copilot を用いた。ChatGPT は要件定義やテストに用いた。要件定義では、アプリ開発の上で最適なプログラミング言語・フレームワークの提案や、検討中のシステム設計について相談を行い、懸念点や代替案の検討をした。テストでは、コードファイルを分析させ、脆弱点・問題点を指摘させ、それらに対する解決案の検討をした。また、GitHub Copilot は実装に用いた。プ

プログラムの雛型の生成を行わせ、最終的には人間の手によって仕上げを行った。

3. 活動の成果や学んだこと

3.1. 活動の成果

2024年1月18日に設置を行い、データの取得を始めた。本資料では1月18日から2月28日までのデータを分析した。図3.1は、日別のデバイス件数とピーク時検出数についてのグラフである。水曜日にピーク時検出するが最も少なく、曜日ごとに規則性があることが考えられる。



図 3.1 日別のデバイス件数とピーク時検出数（横軸：年月日）

また、図3.2は混雑のピークが発生した時間帯のグラフである。混雑のピークは12:25～12:30までに発生することが多いことが考えられる。以上の2つから、学生が食堂を訪れる行動パターンが通常授業が行われている期間は一定ではないかと推測される。

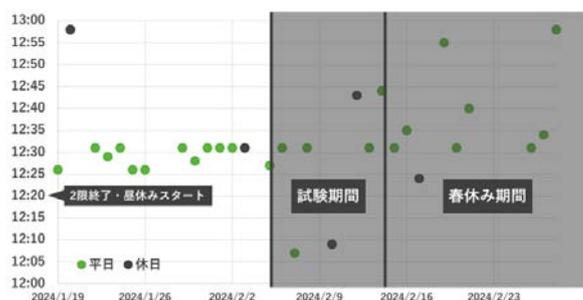


図 3.2 混雑発生時の時間帯（横軸：年月日、縦軸：時分）

また、日中の検出数の推移（図3.5）については、12:00から人が集まりだす・12:30ごろに混雑のピークになる・13:00ごろまでに混雑のピークがくるといった傾向が、ほぼ全ての日付で見られた。

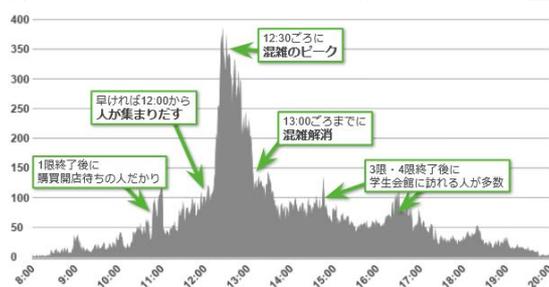


図 3.3 日中の検出数の推移

目測で確認をすると、デバイス件数が100～200件、人数で換算すると35～69人ほどになった時

に食堂に行列ができた。そのため、その人数を多店舗や他時間帯に誘導することが、今後のアプリ運営における重要な指標だと考える。

現段階では1ヶ月ほどしかデータの取得ができていない。追加のデータ取得によって、上記の考察内容の信憑性を高める必要がある。

3.2. 学んだこと

ミッションを通して、技術的・非技術的な側面で多くのことを学んだと感じる。

技術的な面では、Microsoft Azure や Vue.js を用いたソフトウェア開発に関するスキルを身につけることができた。また、生成 AI を用いた AI ペアプログラミングという先端技術を取り入れることもできた。単なる開発スキルだけでなく、開発を効率化する手法や開発環境を整える方法について、知識や経験を大きく広げられた。

非技術的な面では、知識や活動を言語化する能力・プレゼンスキルが身に付いた。Raspberry pi を設置する上で、学生支援課や大学生協から許可を得る必要があった。これには、開発しているアプリケーションの概要や使用しているシステム、そして個人情報保護に関する配慮を、非エンジニアの方々にも理解してもらえるように伝えることが重要であった。この過程で、情報の選び方や伝え方を学ぶことが出来た。また、プロジェクトの途中や最後には、中間発表会や成果報告会があった。これらの発表を通じて先生方や他の学生からフィードバックをいただくことでプレゼンスキルの改善・向上につなげることができた。

4. 今後の展開

2024年4月中旬に、アプリをアプリのリリースを行う予定である。4月時点でアプリにて提供する情報については、現時点での学生会館のデバイス検出数・学生会館のデバイス検出数の過去のグラフ・混雑度投票の状況・食堂の営業状況の4つである。混雑状況の予測については、2024年3月現在までに取得したデータ数が不十分だと判断したため、十分なデータが取得・十分な精度検証が行われてから提供を始める。

また、本アプリは長期運用を行う予定である。作業工程のドキュメント化を行ったり、プロジェクト内で技術継承を行ったりすることによって、継続してアプリを運用する体制を確立する。長期運用をする上で、食堂運営者や学生、学生支援課からの理解が必要である。今後も継続して適切に情報公開を行うことによってアプリの目的や利便性を伝える。

さらに、他施設での混雑状況の提供も検討している。本機材は、電源・ネットがあればどのような環境でも動作させることができる。そのため、汎用性が高く転用ができるシステムとなっている。例えば、大学の他施設や商業施設などで混雑状況を利用者に提供できるのではないかと考える。

5. まとめ

本ミッションでは、Raspberry pi を食堂に設置し Bluetooth 電波を発する機器を設置することによって、食堂の混雑状況を取得した。今後のリリースを経て、混雑状況を緩和したいと考えている。混雑を緩和し待ち時間を削減することで、学生や教職員の皆さんが時間を有効活用することができる。また、他施設でもシステムを転用することで、大学の食堂だけでなく他の場所でも混雑状況を提供したい。

大学混雑度提供アプリの開発

appLii | ITものづくりプロジェクト
AppLii

1

目次

1. ミッションの目標
2. システム設計
3. システム設計 (補足説明: Bluetooth受信機器の設置状況について)
4. 収集できたデータ
5. 収集できたデータから読み取れること
6. アプリのリリース予定
7. ミッション全体の振り返り
8. 私たちについて
9. 参考文献

2024/3/4 ©2024 ITものづくりプロジェクト - AppLii

2

ミッションの目標

2024/3/4 ©2024 ITものづくりプロジェクト - AppLii

3

ミッションの目標 | 食堂の混雑を解消したい

大学内では
食堂の混雑が問題となっている

▼

学生が混雑状況をスマホで確認できることで、**この問題を解消したい**

2024/3/4 ©2024 ITものづくりプロジェクト - AppLii

4

ミッションの目標 | アプリから混雑状況を伝えることで混雑解消へ

「Bluetoothによるデバイス検出数」から混雑状況を知る

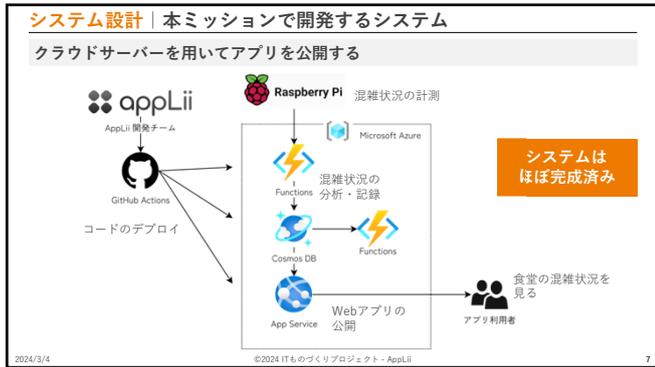
2024/3/4 ©2024 ITものづくりプロジェクト - AppLii

5

システム設計

2024/3/4 ©2024 ITものづくりプロジェクト - AppLii

6



7

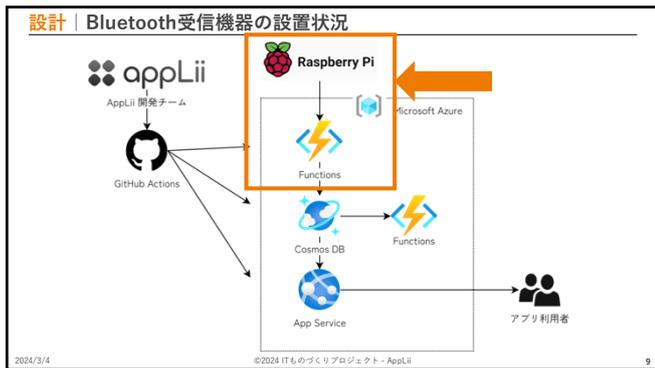
システム設計

補足説明

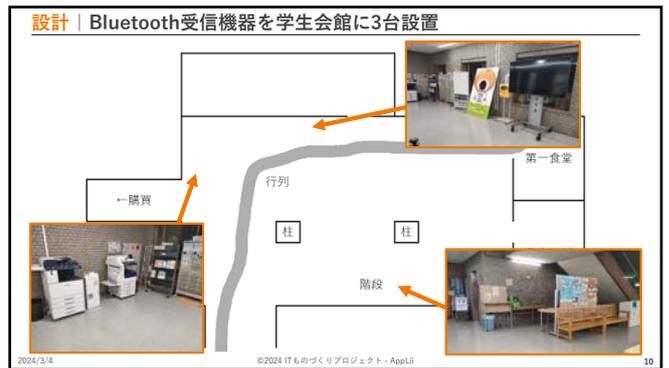
Bluetooth受信機器の設置状況について

2024/3/4 ©2024 ITものづくりプロジェクト - AppLii 8

8



9



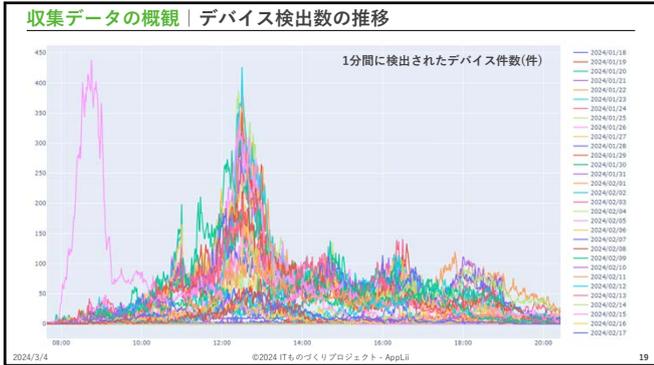
10



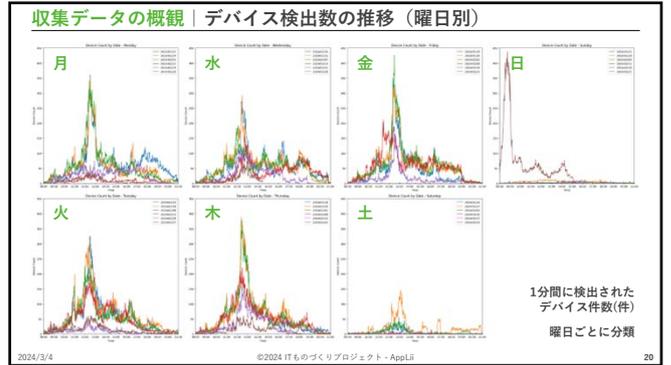
11



12



19

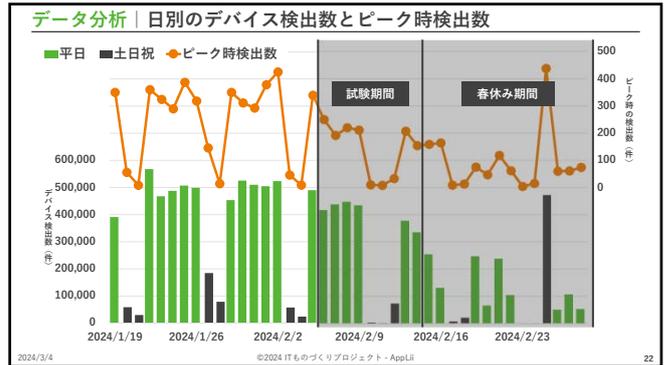


20

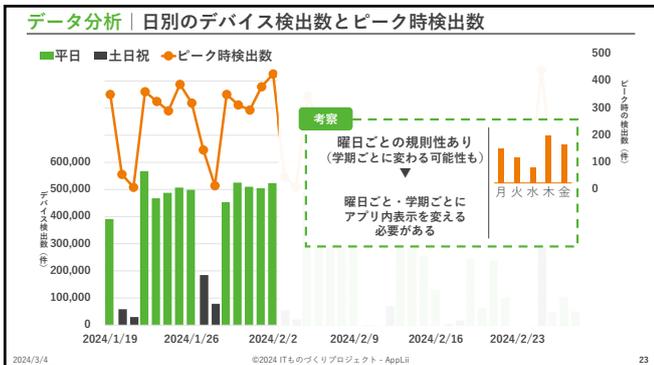
収集できたデータから
読み取れること

2024/3/4 ©2024 ITものづくりプロジェクト - AppLii 21

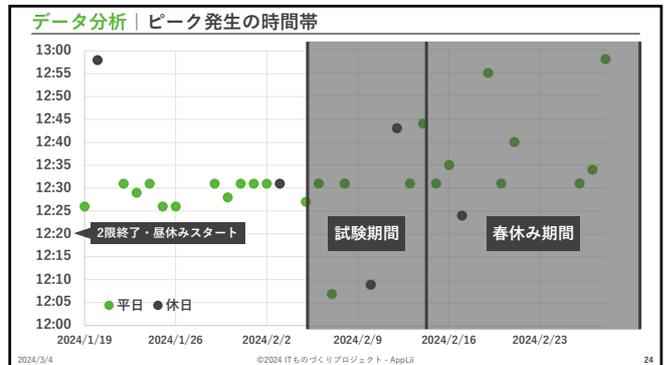
21



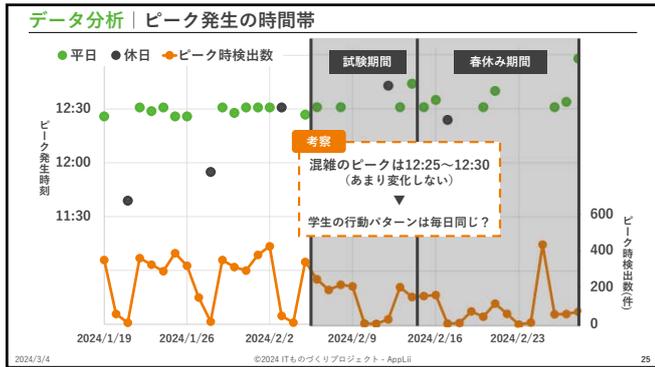
22



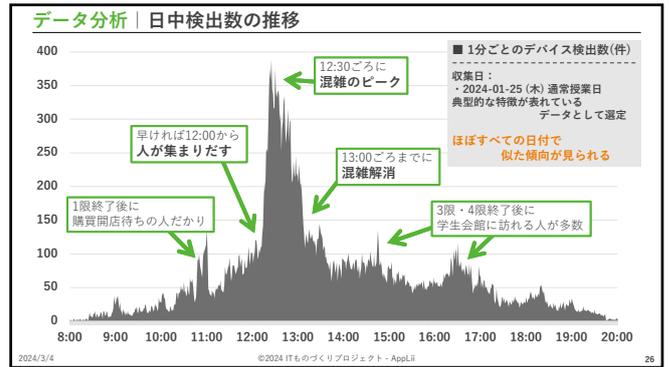
23



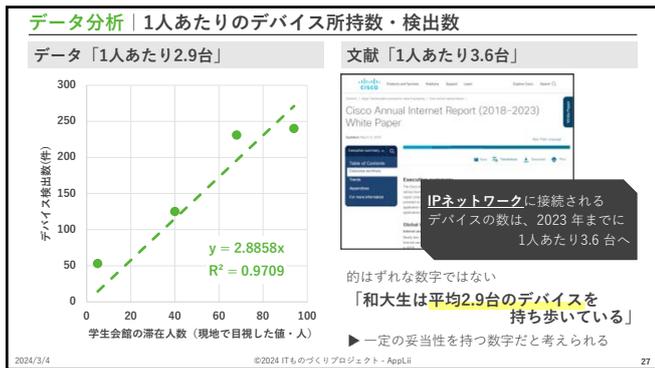
24



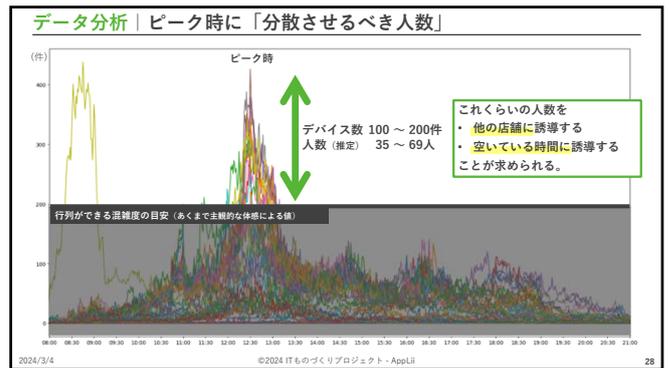
25



26



27



28

データの分析 | 収集データから読み取れること

- 学生会館を訪れる学生の行動パターンは、一定である。
 - ・ 曜日ごとのピーク時混雑度やピーク発生時間帯は一定の行動パターンで繰り返される
 - ・ 行動パターンが習慣化する前に「他店舗・他時間帯への誘導」を行うべきか
 - ・ ただし、学期ごとに行動パターンが変わる可能性あり
- 学生は1人あたり平均2.9台のBluetoothデバイスを所有している。
 - ・ 「実際の滞在人数」データが少ないため、あくまで現時点での結論とする
 - ・ 機械学習などによる滞在人数推定で目安指標として活用
- 学生会館におけるピーク時行列を避けるには、**35~69人を他店舗・他時間帯に誘導することが求められる。**
 - ・ 今後のアプリ運営における重要な指標

追加のデータ採取によって信ぴょう性を高める必要あり

2024/3/4 ©2024 ITものづくりプロジェクト - Appli 29

29

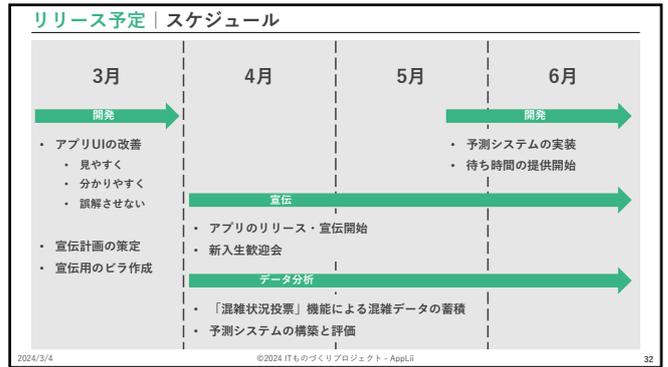
アプリのリリース予定

2024/3/4 ©2024 ITものづくりプロジェクト - Appli 30

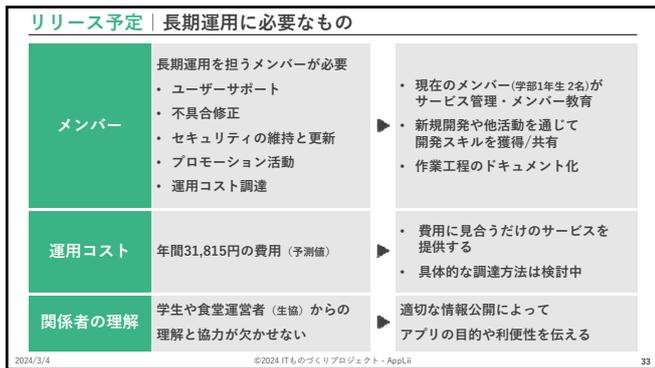
30



31



32



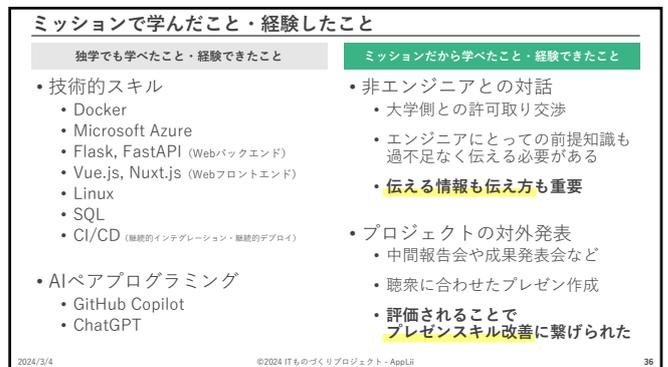
33



34



35



36

私たちについて



クリエ
ITものづくりプロジェクト
AppLii

活動方針	さまざまな社会課題の解決を目指し、ソフトウェア技術のスキル習得と利活用に取り組む。 <ul style="list-style-type: none">「大学混雑度提供アプリ」の開発
活動内容	<ul style="list-style-type: none">コーディングスキルの獲得を目的とした競技プログラミングへの参加隔週の会議での技術交流・勉強
所属メンバー	2名
設立	2023年 6月
主な技術	Python, JavaScript / Node.js, Vue.js, Flask, FastAPI Microsoft Azure / Raspberry Pi / Linux / Jupyter Notebook

2024/3/4

©2024 ITものづくりプロジェクト - AppLii

37

37

ご清聴ありがとうございました

38

参考文献

- Cisco. (2020). Cisco Annual Internet Report (2018-2023). https://www.cisco.com/c/ja_ip/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html

2024/3/4

©2024 ITものづくりプロジェクト - AppLii

39

39