

令和 3 年度

地域との協働による高等学校教育改革推進事業

プロフェッショナル型

研究実施報告書(年次報告)

第 3 年次（最終年度）

令和 4 年 3 月

岐阜県立岐阜工業高等学校

目 次

○巻頭言

○地域との協働による高等学校教育改革推進事業

ビジュアル資料	・・・	1
---------	-----	---

○令和3年度 研究実践報告

地域産業を担うテクノロジストの育成

1. 航空宇宙産業での部品製造分野	・・・	2～ 21
2. 製造業を担う人材育成（射出成形金型分野）	・・・	22～ 58
3. 第4次産業に対応できるスキルをもった人材の育成方法の研究	・・・	59～ 76
4. 建設業のICT化における基礎から応用までの技能の向上と、 教材開発の研究	・・・	77～ 84

地域を愛するテクノロジストの育成

1. デザインをカタチにして、地域貢献に向けた提案・製作の研究	・・・	85～102
2. 地域産業資源活性化のための基礎研究	・・・	103～120

地域を守るテクノロジストの育成

1. 建設業におけるドローン活用の研究及び地域防災・ 減災への活用の研究	・・・	121～129
2. 災害時の水の確保～水ろ過装置の製作～	・・・	130～145
3. 太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーの改良と インバータの研究	・・・	146～161

岐阜工テクノLABについて

岐阜工テクノLAB 3年間の歩み	・・・	162～167
------------------	-----	---------

○2021年度地域との協働による高等学校教育改革推進事業

目標設定シート	・・・	168
---------	-----	-----



謝 辞

岐阜県立岐阜工業高等学校

校長 森 保

新型コロナ禍に負けず「地域との協働による高等学校教育改革推進事業（プロフェッショナル型）」をまとめることができました。本事業研究に当たり、文部科学省をはじめ岐阜県教育委員会、地域の行政機関、関係企業、大学、他教育機関の多くの方々にご指導ご助言をいただきましたことに心より感謝申し上げます。

さて、本校は岐阜県の工業教育の中心校として、4年後に100周年を迎える、歴史と伝統を有する学校です。卒業生には岐阜県や東海地区だけでなく日本のものづくり産業を牽引している方が多数おられます。本校がある笠松町は小さな町ですが、かつては県庁があり、県の中心地として機能していました。地政学的には東海地区の中心になっており、江戸時代には幕府直轄の陣屋がおかれていました。また、本校の所在地にはかつて岐阜県の工業試験場や岐阜大学工学部の前身の教育機関があり、明治のはじめから岐阜県の工業をリードする中心地でした。現在これらの機関は移転していきましたが、その地に岐阜工業高校は存在し続けています。

岐阜県があるこの東海地区は自動車産業、航空宇宙産業が大変盛んな地域です。そのため、地元根差しながらグローバルに活躍する企業が多数存在するところに岐阜工業高校はあります。その地の利と歴史と伝統を生かして研究に取り組むことができました。

ところが、この3年間の研究は開始当初に予想もしていなかった事態となり、大変厳しいものとなりました。1年目の終わりから、パンデミックが起これ、人と会うことが難しい事態となっていました。「地域との協働」がコロナ感染予防の観点から一時期事業の実施が不可能に近い状態となりました。しかしながら、教職員も生徒もできることを最大限やるとともに新しい創意工夫で、ただ乗り切るだけでなく、より前進させてくれました。学科を横断した岐工テクノ LAB の活躍やブース形式の発表形態などにその成果が表れたと思います。

この文部科学省指定の事業、さらにその3年前からの SPH と併せて、6年間の事業研究を進めることにより、知見を深めただけでなく、笠松町はじめ地元機関や地域の産業に本校はいかに支えられているのかを改めて認識できました。事業研究は一端区切りをつけますが、今後も工業教育や地域との協働の深化を目指して活動していきたいと思っています。

結びに、ご支援ご協力いただいたすべての方に重ねて深く感謝申し上げ、巻頭のご挨拶とさせていただきます。



地域資源を核とした地域産業の未来の扉を拓くテクノロジストの育成

背景

人口減少（流出）・少子高齢化が進む今後、特に県内の製造業や建設業における人手不足や、地域の衰退は深刻化することが想定されることから、地域の活力づくりや地域の産業振興を担う人材の育成が課題である。

地域との協働

コンソーシアムの役割は、地域産業におけるニーズと学校教育内容の共有により社会から求められる力を明確にし、地域課題の共有や企業連携に関する調整等、企業・自治体と本校をつなぐ中間組織体として活動を推進する。



(公財)ソフトピアジャパン

岐阜大学

岐阜県信用保証協会

岐阜工業高校

コンソーシアム

県教育委員会

地元企業

笠松町役場

各務原市役所



課題

地域産業の担い手不足

地域の活性化

地域の防災・災害時対応

研究プログラム

令和3年度の目標

取組状況

地域産業を担うテクノロジストの育成

地域産業界から求められる資質・能力に基づいた、IoT・AI等を活用した生産性の向上及び、地元産業を担い発展に寄与できる人材の育成

①地元産業・企業発見②地域産業人材育成

ア 企業見学の実施
イ 実機を用いた航空工学の学習プログラム研究
ウ 基幹産業（金型）と（航空宇宙産業）をリンクさせた学習の展開
エ 第4次産業のソフト・ハードウェアの研究
オ ArchiCADとBIMを活用したVR体験の研究

地域を愛するテクノロジストの育成

地域の魅力発信や新たなビジネスモデルを探究し、魅力あるビジネスを構築できる人材を育成

①地域理解と魅力発信
②新たなビジネスモデル提案 ③地域貢献

ア ポイントクラウド取得から活用までの学習を通じた実習とビジネスをリンクさせ応用した取り組みの実践
イ 市教委と連携した条例PRについての実践
ウ 岐阜工テクノLABによるマスク製作
ものづくり見本市の実施

地域を守るテクノロジストの育成

地域の防災における課題を探究するとともに、ものづくり・工業技術を通して課題解決に向けた、災害に強い安心・安全な街づくりを提案できる人材の育成

①防災・減災 ②災害時対策

ア ドローンをi-Constructionや防災・減災に活用するため研究
イ 河川の水をろ過して手指洗浄用の水質基準を満たすための研究
ウ 太陽光発電機製作とインバータに関する研究

成果

- ①地域の各産業界から求められた専門分野と研究機関における工業技術を理解することや、様々なトラブルシューティングを経験することにより、関連する幅広い技術を身につけると共に、スキルを磨くことに繋がり、磨いた技術を様々なシーンで応用できるようになった。
- ②オンライン学習を併用することで、効率的な研究が継続可能となり、研究の計画的な進捗と情報共有によるチームパフォーマンスが向上した。
- ③県内の小中学生や教員、教員を目指す学生向けに見本市と称したワークショップを開催し、技術（工業高校で実践するエンジニアリング）の面白さを体験して頂き、積極的な出前授業や高校説明会当の説明も含めた機会となり、小中高の連携強化を改善することができた。

課題

普通教科と異校種間との横断的な取り組みの継続と、ICTを積極的に活用した活動を、本校がホストとなり、これまで以上に地域住民、外部の教育機関、自治体や企業との更なる連携を教育課程内外で実施し、社会的な課題を解決し、完遂する人材群を育成可能な学校を目指す。

地域産業を担うテクノロジストの育成
「航空宇宙産業での部品製造分野」

第1開発室 航空機械工学科
松田悦生 濱口信太郎 川地節夫 草壁善則
櫻田真司 鷺見暁国 由良陽介 増井勇一郎 田中陽介
石原 隆 黒田将臣 小澤良太 鵜飼正夫

Abstract :

航空宇宙産業は、旅客機の需要の高まりなどを背景に、今後更なる成長が見込まれており、岐阜県を含む東海地区においてもボーイング 787、国産旅客機スペースジェットの開発など航空機産業が成長産業として期待されていた。しかし新型コロナウイルス感染症の拡大により、航空機による旅客需要は大きく落ち込んでいる。感染症の拡大前の2019年水準に戻るまで4、5年かかるとされ、旅客需要の減少でエアラインの収益は大幅に悪化し、エアラインに航空機を販売する航空機メーカー、航空機部品メーカーにも大きな影響を及ぼしている。一方では今後の20年間で、世界で約500兆円の新造機需要が見込まれるとして注目もされている。新型コロナ禍前の水準に戻るとされる2024年以降に向け、需要を取り込むための準備を整え新型コロナ禍で業界は深刻な影響を受けたものの、中長期的な視点から将来の航空宇宙産業の発展を支える担い手育成を着実に進めていくことが重要となっている。本研究は機械科及び航空・機械工学科群のカリキュラムに於いて、航空宇宙産業における「地域産業を担うテクノロジストの育成」に向けたプログラムを開発する。

Key words :

航空宇宙産業 航空機部材 CFRP 3DCAD/CAM 人工衛星 航空工学 アルミ合金
機体製造技術 航空機部品切削技術 精密測定技術 経験の伝承と蓄積
水素エンジン 電動エンジン カーボンニュートラル 脱炭素

1. 緒言

平成30年度から本校は括り募集となった。具体的には、学科の再編成を行い、機械科が航空宇宙産業関連の学習に対応した航空機械工学科と科名を変更した。入学時はその航空機械工学科と電子機械工学科を合わせ航空・機械工学科群で募集し、入学後1年間は学科群ごとの共通科目を学び、2年次よりそれぞれの学科に分かれ専門をより深めた学習をする。航空機という具体的な方向性を示した学科の設置は、中学生と保護者の航空機産業への意識を高め、具体的な航空機への興味や関心で選択されるなど、目的意識の高い生徒が入学してくることに期待が持てる。一方で新型コロナウイルス感染症の拡大により、航空機による旅客需要は大きく落ち込んでいる影響で航空機産

業は深刻な影響を受けているのも周知されている。航空機産業へ就職を目標にできない現状の中、航空機からものづくりに興味を持たせて他分野も含めた製造業の魅力や新たな方向性で開拓しようとしている航空機産業の分野を伝える必要がある。航空機分野には「2020年以降、国際航空における温室効果ガスの総量を増加させないこと」「2050年時点で2005年比半減させる」という2つの国際的な目標が定められており、エアラインは、厳しい情勢ではあるものの、これらの目標に向けた取り組みを求められている。既に素材分野、特に炭素繊維強化プラスチック（CFRP）における日本企業の存在感は大きい。また、車載用バッテリーやモーター、地上用水素ガスタービン技術など、日本企業がこれまで培ってきた技術は海外からも注目されている。川崎重工は水素社会に変わることを見据え、水素エネルギーに取り組んでおり水素航空機の実現に取り組んでおり、デジタル技術を活用しつつ、航空機の電動化や、水素燃焼航空機の開発を進めていく方向性を示しており今後の航空機産業の方向性を知識だけでなく実習の中にどれだけ取り込めるかが重要である。今どんなアプローチが必要なのかを見極めてカリキュラムの開発にあたる。

2. 研究内容

○実施日程

実施項目	実施日程										
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
・航空宇宙産業 航空機に関する教材開発		1回	1回	2回	1回	2回	1回	1回	1回	1回	
・航空宇宙産業 プロペラモデリング							2回	2回	2回	1回	
・航空宇宙産業 難削材加工の講義と教材開発										1回	
・航空宇宙産業 運行・法規・国際条約等に関する講義								1回			
・航空機製造工程実習で製作した部品の検証										1回	

2-1-1 実機を使用した航空工学の学習プログラム（機体安定について）

目的：航空機の仕組みについて理解し、実機を用いて深く検証する

期間：令和3年4月～令和4年1月

対象：航空機械工学科 3年生「実習」 78名

昨年度までは実機の各舵の仕組みや重心を測定する目的としたが、今年度の研究においては、航空工学の内容を踏まえてより具体的な航空機の仕組みについて学ぶことができる。エルロンの

上下に伴う揚力の発生具合の違いやピトー管による対気速度の概念や測定方法を確認することができる。知っているだけでなく実機を活用することでより体得することができる。



Fig1 エルロンの取り外し

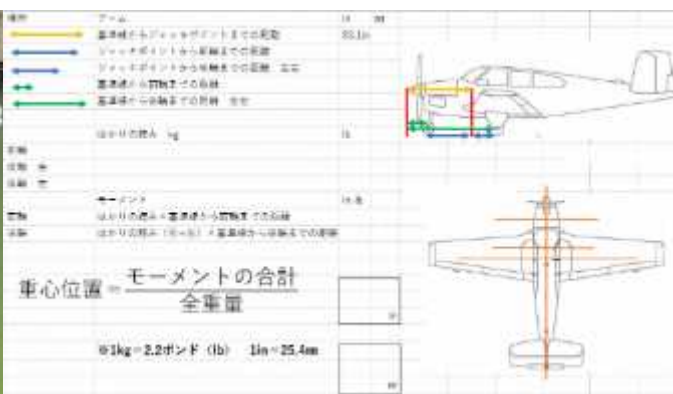


Fig2 重心測定の用紙

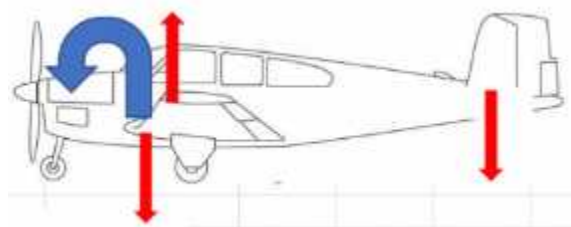


Fig3 重心と尾翼の関係

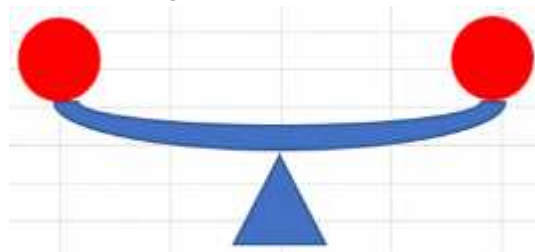


Fig4 飛行機のバランスについて

重心測定をするだけでなく翼の空力中心の位置と比べてみる。その結果、重心と空力中心の位置のずれを認識することができ、尾翼でまるでヤジロベエのように動的安定を保っているという事が理解できる。飛行機は機首の上げ下げの安定性を作り出す為に、重心の位置を揚力の中心位置から前方に来る様に設計される。この「重心と揚力の位置関係」と「水平尾翼の働き」で飛行機の安定性を作り出しテコの原理で、遠い所にある水平尾翼は少しの力でも大きな影響力があることが理解できる。

2-1-2 実機を使用した航空工学の学習プログラム (計器)

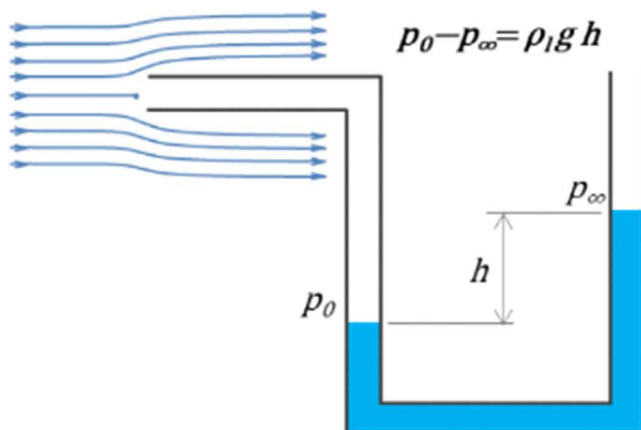


Fig5 ピトー管の原理



Fig6 ピトー管



Fig7 実機の操縦席



Fig8 シミュレーターの操縦席



Fig9 シミュレーターの計器盤



Fig10 実機の操縦桿周りの計器

航空機の操縦席を見渡せば計器類であふれている。その計器類はそれぞれ何を示しパイロットに何を伝えているのか。整備する側として何をどう見るのか。これらを知るとは興味関心を高めるだけでなく実用的である。ピトー管は機体の対気速度を測定する大切な計器だが、実機では評決に対してヒーターが付いており、実際に温度が高くなって流入口を氷で塞ぐことの無いように手で触れることで確認できる。しかし、その他多くの計器類はエンジンを回さず当然ながら飛行しない為、どんな状態の時にどの計器が動くのかが分からない。今回はシミュレータを使い飛行条件を変えながら計器類の必要性と仕組みを確認することができた。

2-1-3 評価

Table1 ルーブリックによる評価規準

実機を使用した航空工学の学習プログラム			
	理想的な到達レベルの目安	標準的な到達レベルの目安	未到達レベルの目安
到達目標	航空工学で学んだことが実機を用いることをしながら説明できる。	航空工学で学んだことが実機を用いることで理解ができる。	航空工学で学んだことが実機を用いても理解ができない。

Table2 生徒自己評価

項目	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
理解度	10%	80%	0%

Table3 教員による評価

項目	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
理解度	40%	60%	0%

Table4 生徒自己評価

①航空工学ついて実機を利用し理解できたか		
できた	ややできた	できなかった
80%	20%	0%
②新しい知識技能を身につけられたか		
身に付けられた	やや身に付けられた	身に付けられなかった
100%	0%	0%

評価規準から到達レベルを確認したところ生徒は実機を使用した航空工学の学習プログラムを理解し説明できる力がついたと評価している。今後はもう少し考察を掘り下げていく必要がある。

2-2-1 3DCAD からプロペラの製作

目的：3DCAD のサーフェスを理解しプロペラを製作する

期間：令和3年4月～令和4年1月

対象：航空機械工学科 3年生「課題研究」 8名

航空機の形状は曲線が多く存在しその曲線は点群データから導き出されていることもある。そのデータから形状を製作するときに、まずサーフェスというペラペラの紙のようなイメージで外観を作り、そこから中身が詰まっているソリッドという形にしていく。サーフェスからの厚み付けをすることで形状づくりに自由度が広がり今後の航空機図面の手法として生かされる。航空工学の講義の中でプロペラの角度については、「回転中のブレードの流れに対する相対速度は、先端ほど大きい。揚力を効率よく発生させるために、先端に行くほど各翼素の回転中の迎え角が小さくなるよう、ねじり下げがつけられている。」と知り、更にどのような角度でねじられているのかを計算で出すことができた。よってそれをうまく3DCAD化し図面にすることができた。その後、設計を活かし実際のプロペラを発泡スチロールの塊から削り出し作成した。図面があるので断面ごとにケガキをして製作することができた。流体力学を理解していれば空気の剥離を防ぐために表面の粗さにも気を付けないといけない。またプロペラの先端は回転数が高くなると音速を超えてしまう可能性があるためそうならないように回転数をコントロールされているという事も航空工学の内容からつなぎ合わせて理解を深めていきたい。

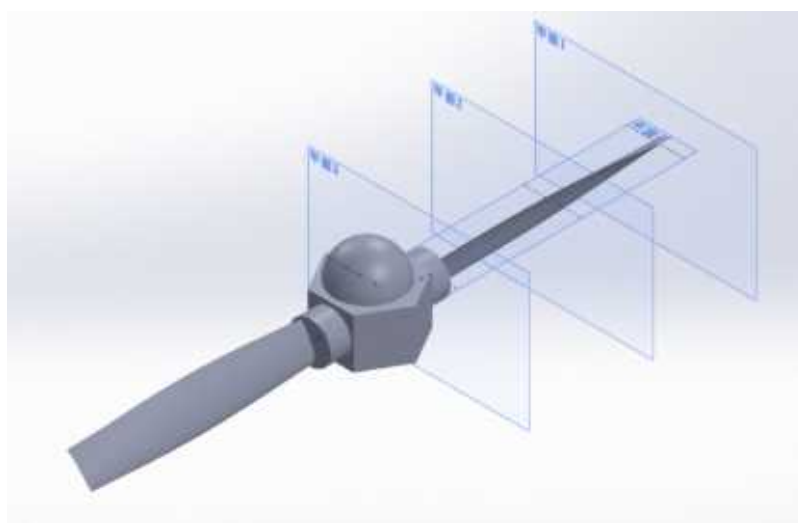


Fig11 3DCADにて製作してプロペラ



Fig12 Fig13 プロペラの製作過程

Table5 ルーブリックによる評価規準

理解度			
	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
到達目標	プロペラについて理解し計算で各ポジションの角度を求め図面通りに製作・説明することができる。	プロペラについて理解し計算で各ポジションの角度を求め図面通りに製作することができる。	プロペラについて理解できていない。
技能			
	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
到達目標	3DCADでサーフェスを使い曲面がモデリングできる。図面を利用し表面の粗さも丁寧に製作することができる。	3DCADでサーフェスを使ったモデリングができる。図面を利用し製作することができる。	3DCADでサーフェスを使ったモデリングができない。

Table6 教員による評価

	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
理解度	20%	80%	0%
技能	80%	20%	0%

Table7 生徒自己評価

①3DCADのサーフェス機能について理解できたか		
できた	ややできた	できなかった
80%	20%	0%
②プロペラについて理解できたか		
できた	ややできた	できなかった
80%	20%	0%
③計算したことをサーフェス機能を使いモデリングし製作をすることは今後役に立つか		
役立つ	役立つ可能性がある	役に立たない
100%	0%	0%

2-2-2 評価

曲面が多い航空機の機体やその他の部品を表現するのは非常に難しい。適当な曲線ではなく、しっかりと理論から計算で導き出されるものを具現化する道具として3DCADを使用できるようになれば、今後の学習にも幅を持たせることができるであろう。多くの生徒が航空工学の内容が計算式で終わっているところを、今回は自らの計算結果からプロペラを具現化できたのは大きな喜びとなったと評価からも考えられる。そしてその図面を活かして実際に製作までしたことが重要である。エンジニアとして知識や図面上だけで完結させては本当の問題点をあぶりだすことができない。その点、今回は製作して課題がそれぞれ見つけられたことは今後につながると考える。

2-3-1 航空機製造一連工程を活かしたものづくり

目的：航空機製造一連工程を活かしたものづくりとしてペーパービッグハンドを製作する

期間：令和3年4月～令和4年1月

対象：航空・機械工学科群 3年生「課題研究」 3名

航空機による近年の電気式操縦装置においては、コンピュータ制御によって安定性も操縦性も自在に設計することが可能となっている。また、コンピュータ制御に頼ったシステムにおける飛行特性上の問題点も新たに出現しており、これまで開発途上でトラブルに見舞われた機体も少なくない。

そこで、航空機の製造技術だけでなくコンピュータ制御の電気式操縦装置の発達についても学習する必要性を感じる。航空製造一連工程について実習の中で学び、その工程に更にプログラム知識

を追加して学習できることを目的にした。一連工程の流れは設計したものを 3DCAD にて図面化しそこから切削、組み立て、検査という流れである。その工程を網羅しビックハンドを作ることにした。金属加工では時間がかかりすぎるため、厚紙を使い製作することにした。厚紙を使用するメリットはスクラップアンドビルドが安価で容易であることがあげられる。金属加工が工作機械がないとできないのに対して、机上で製作できるため今後は1年生の授業で活用することも想定している。

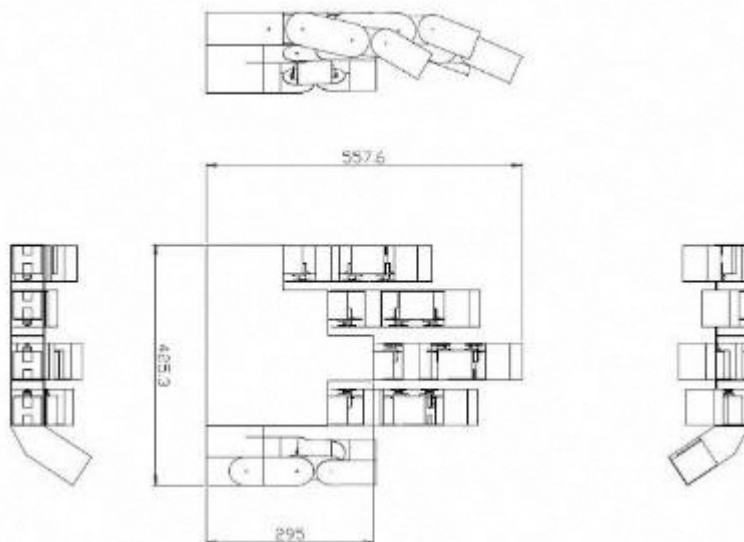
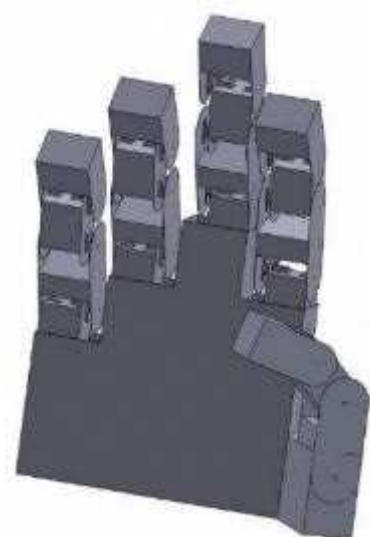


Fig14 Fig15 solidworks による設計

3DCAD ソフト solidworks を使用しそれぞれの部品を組み合わせ完成した立体図を作成しイメージを共有した。更にアニメーションによって動きを確認し干渉がないことも確認できた。それぞれの部品の展開図を作成しそれを厚紙に印刷し切断をしていった。



Fig15 厚紙を切断し組み立て

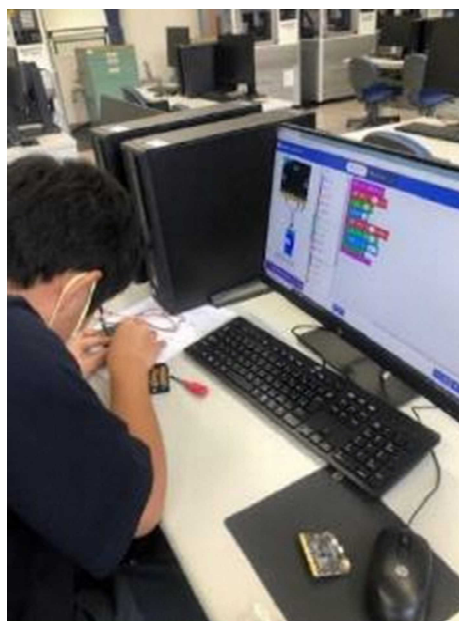


Fig16 マイクロビットによる

で素材が紙であるので実際にすることはできなかった。またシーリングも必要としなかったため知識のみで活用はできなかった。

Table8 ルーブリックによる評価規準

理解度			
	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
到達目標	航空機の一連行程を理解し、説明ができるうえで完成まで完結させることができる。	航空機の一連行程を理解したうえで完成まで完結させることができる。	航空機の一連行程を理解できない。

技能			
	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
到達目標	3DCAD、動作確認、干渉の確認ができ動きをイメージしながら micro:bit でのプログラミングができる説明もできる。	3DCAD、動作確認、干渉の確認ができ動きをイメージしながら micro:bit でのプログラミングができる。	3DCAD、micro:bit でのプログラミングができない。

Table9 教員による評価

	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
理解度	10%	90%	0%
技能	10%	90%	0%

Table10 生徒自己評価

①3DCAD のアニメーション動作確認、部品干渉の確認機能について理解できたか		
できた	ややできた	できなかった
70%	30%	0%
② micro:bit でのプログラミングが理解できたか		
できた	ややできた	できなかった
50%	50%	0%
③3DCAD 、 micro:bit を使い製作をすることは今後役に立つか		
役立つ	役立つ可能性がある	役に立たない
100%	0%	0%

2-4 航空宇宙産業 航空機に関する教材開発

2-4-1 風洞実験装置

目的: 航空工学分野の飛行機が飛ぶ原理を風洞実験装置から学べるようにカリキュラムを開発・

研究し、生徒の興味関心を高めるためにも使用する

期間：令和3年12月～令和4年1月

対象：航空機械工学科 3年生「課題研究」 7名

金沢工業大学 工学部 航空システム工学科 赤坂剛史 博士(工学)に協力をいただき風洞実験装置にて航空工学での学びを視覚的に体得し理解するカリキュラムを開発した。

主な実験内容

- ①揚力と迎え角の関係、尾翼角度を変えながら姿勢（迎え角）と揚力の変化を計測。
- ②航空機の失速実験、姿勢を徐々に上げて翼周りの剥離流を観察。
- ③航空機の尾翼角度と速度、空力中心を変えながら、航空機の中性点を決定。

①揚力と迎え角の関係、尾翼角度を変えながら姿勢（迎え角）と揚力の変化を計測する。揚力係数は教科書では値として出ているが、実際に実験をすることで係数がどのように求められるのかを、模型飛行機の動きを確認しながら理解することができる。

翼型によって揚力係数は異なってくるがその模型を今後製作し実験していきたい。

4. 実験内容

4.1 翼特性：揚力と迎角との関係

目的

迎角を2度ずつ増加させながら姿勢（迎角）と揚力の変化を測定すること。

理論

航空機の揚力と迎角との関係は、航空機特性において重要なパラメータである。揚力とは通常無次元の揚力係数 C_L で表わす。この無次元係数は次のように表される。

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho V^2 S} \quad (4.1-1)$$

ここで、 L は機体に働く揚力(N)、 ρ は空気密度(kg/m^3)、 V は航空機の速度(m/s)、 S は主翼面積(m^2)である。また、 $\frac{1}{2} \rho V^2$ は動圧(空気の流れ圧) (N/m^2)である。

全圧力は風速インジケータで検出され、デジタルディスプレイにより (mmHg, Q) として表示される。 $1 (\text{mmHg}, \text{Q}) = 9.81 (\text{N/m}^2)$ であるから、全圧力は次の式で与えられる。

$$\frac{1}{2} \rho V^2 = 9.81 h \quad (\text{N/m}^2) \quad (4.1-2)$$

所要速度での全圧力は空気密度による。風速インジケータは標準圧力 (1013 mmHg)、 20°C の空気中で校正されており、他の大気条件での風速は必ずしも正確ではないが、全圧力スケールは影響を受けない。

実験方法



図4.1.1 翼型メカニズム図

1. 機体傾斜が正確にセットされていることを確認する。
2. メカニズムが入っている翼型部分の透明カバーを取り除く。
3. 図4.1.2のように
- 4) 手でメカニズムを中間の高さまでゆっくり上げる。
- 5) ちょうどプロペラが回る程度に緩やかに速度が流れるようにスロットルをセットし、モデルを水平にする。



図4.1.2 バランス線を生じる様子

- 4) リフトスプリングとロードセルをバランステーに取り付け（図4.1.3）。航空機が平衡の高さに浮いていて、スプリングとロードセルが正しく配置されていることを確認すること。

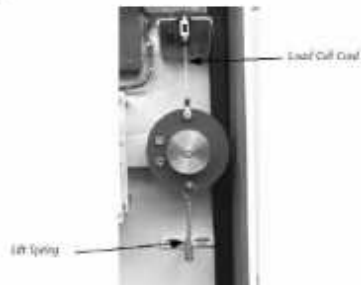


図4.1.3 バランステーに取り付けられたロードセルとリフトスプリング

Fig21 Fig 22 テキスト



Fig26 Fig27 実験の様子

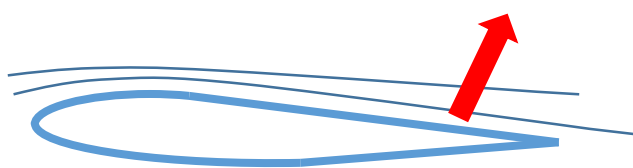


Fig28 剥離のイメージ

③航空機の尾翼角度と速度、空力中心を変えながら、航空機の中性点を決定する。前項 2-1-1 実機を使用した航空工学の学習プログラム（機体安定について）で実験して空力中心や重心の位置を理解できたとしても、静的な状態では実際の飛行状態から刻々と変化する動きを理解することは困難である。しかし風洞実験装置の中では動的安定をどのように保っているのかを見て理解することができ、つながりある学びとなっている。

Table11 ルーブリックによる評価規準

理解度			
	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
到達目標	航空機工学の内容が実験によって説明できる。	航空機工学の内容が実験によって理解できる。	航空機工学の内容が実験によって理解できない。

Table12 教員による評価

	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
理解度	30%	70%	0%

Table13 生徒自己評価

①揚力と迎え角の関係、尾翼角度を変えながら姿勢（迎え角）と揚力の関係を理解できたか。		
できた	ややできた	できなかった
100%	0%	0%

②航空機の失速実験、姿勢を徐々に上げて翼周りの剥離流を理解できたか。		
できた	ややできた	できなかった
100%	0%	0%
③航空機の尾翼角度と速度、空力中心を変えながらのバランスについて理解できたか。		
できた	ややできた	できなかった
80%	20%	0%

2-4-2 評価

令和4年度から風洞実験装置は本校に常設されるため航空工学と実機を併用することで、かなり理解度が高くなることが分かった。航空工学は難しいというイメージがあるが、いかに理解につなげられるかは動きを目の当たりにすることで随分と違うことが分かった。今後のテキスト作りにもいかしていきたい。

2-5-1 3Dプリンターで航空機部品の製作

目的：3Dプリンターで航空機部品の製作をする

期間：令和3年12月～令和4年1月

対象：航空機械工学科 3年生「課題研究」 10名

3Dプリンターで製造された部品の航空機への適用は増加の一途をたどっている、米ゼネラル・エレクトリック（GE）が米ボーイング向けに製造したエンジンタービンを承認し、このエンジンは3Dプリンター製の部品300個以上を使用しており、燃費は従来モデルよりも20%改善したという。経済面でも素材の面でもメリットが多い3Dプリンター製の部品は現役の航空機にもっと使われるようになるだろう。今回は翼の部品であるリブを製作した。本来ならばアルミを板金して作られるがそれを3Dプリンターにより樹脂へ転換した。



Fig29 Fig30 リブの部品 アルミ製

アルミによるリブの製作は切断をして曲げ加工が入る。曲げ加工は航空機翼面の部分は曲面が多いため金属を絞る加工が必要となる。絞り加工は図面に合わせて手作業によって進められるため自

動化ができない部分である。曲げ加工にしてもスプリングバックを考えて曲げる必要があり手間がかかる。一方 3D プリンターでは図面を作成すれば新たな加工を追加する必要もなく完成することができる。また、一体成型のため強度も形状的には保たれるメリットがある。



Fig31 リブに前縁フラップを追加



Fig32 前縁フラップを追加が可動

今回製作したリブには大型機に装着されている前縁フラップが付いており教材としても使えるように製作した。Fig27 の様に通常飛行時はリブに前縁フラップを格納しているが、着陸時にはFig28のように前縁フラップが可動し翼面積を増やすことで速度を落とし安全に着陸できるようになっている。



Fig33 リブを並べてみたところ



Fig34 前縁フラップが可動 (Wikipedia) より抜粋

本来ならばリブを桁でつなぎ、外板をリベットでかしめるのだが、今後はアクリルの板を使用して見やすくした状態で教材として活用したい。更に、マイクロビットを使用した制御で前縁フラップの制御を後縁フラップと共にできると多くの学びが関連付けられると思う。製作したものを制御するところまでを取り組んでいきたい。

Table14 ルーブリックによる評価規準

理解度			
	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
到達目標	3D プリンターを利用し リブの構造を理解して製 作できそれを制御でき る。	3D プリンターを利用し リブの構造を理解して製 作できる。	3D プリンターを利用 しリブの構造を理解 して製作できない。

Table15 教員による評価

	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
理解度	10%	90%	0%

Table16 生徒自己評価

①3D プリンターを利用し理解できたか。		
できた	ややできた	できなかった
100%	0%	0%
②航空機のリブの構造を理解できたか。		
できた	ややできた	できなかった
100%	0%	0%
③航空機の前縁フラップと後縁フラップについて理解できたか。		
できた	ややできた	できなかった
100%	0%	0%

2-6-1 航空宇宙産業 運行・法規・国際条約等に関する講義

目的：ドローンの使用例を通じて運行・法規・国際条約等を知る

期間：令和3年12月～令和4年1月

対象：航空機械工学科 3年生「航空工学」受講生 34名

オリンピックでの編隊パフォーマンスで注目を集めるだけでなく実社会では、撮影、測量、点検、薬剤散布等多くの活用例があるドローンだが航空法が追い付いていない状況でもある。ドローンの具体的な使用例を参考にしながら航空法も学習することができた。

- ・撮影：今まで撮影困難であった画角などの撮影がドローンを用いることで容易になり、標準で搭載されているドローン本体のカメラ性能も高性能であることから最も需要の高い分野の一つ
- ・測量：ドローン測量を有効に活用すると、従来の測量方法と比較した場合に大幅な工期短縮及び省人化が可能となることから、現在需要が急拡大している分野
- ・各種点検業務：橋梁点検、外壁点検、屋根点検など、従来では高所作業車や足場が必要であった作業分野。高所作業車や足場の調達費用などの費用対効果や安全面（作業者の転

落リスクなど) から需要のある分野

- ・ 薬剤散布： 農業分野では農薬散布で高い需要。ラジコンヘリの短所を補う形で薬剤散布業者だけでなく、個人農家にも普及している分野



Fig35 マルチコプター

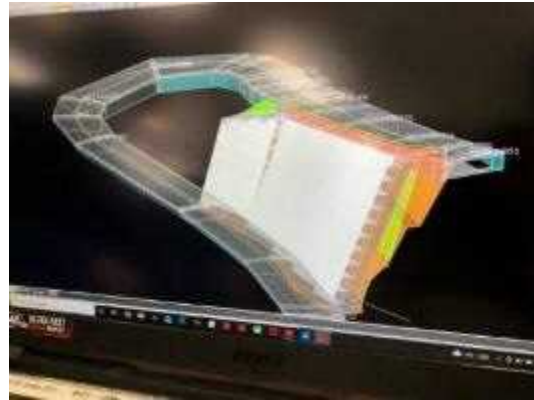


Fig36 3D 化した点群データを図面



Fig37 点群データと立体図



Fig38 カメラにて撮影

ドローンには多くの可能性があるが、重量（機体本体の重量とバッテリーの重量の合計）200g 未満のものについては、「模型航空機」、200g 以上のものは「無人航空機」と分類され、無人航空機の飛行ルール（航空法第9章）が適用される。なお、200g 未満の重量のものを、空港等周辺で飛行させることや、高高度で飛行させることは、「航空機の飛行に影響を及ぼすおそれのある行為」として、航空法第134条の3の規制を受け、飛行の許可等が必要となる可能性がある。ドローンは規制が追いついていないため、安全を保つためには、今後、免許制になるなど航空法に照らし合わせた運用が厳しく求められていくと考えられる。多くの分野で活躍の場が期待されるドローンだが飛ぶ仕組みを知るだけでなく、それを活用するための法規も知っていることがこれからの人材で求められていくと考えられる。また、ドローンで点群データを入手した後にそれを活用するためのソフトを使える人材も不足している。視野を広げて他分野にも通じる人材育成をすることが大事になってくると考える。

Table17 ルーブリックによる評価規準

理解度			
	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
到達目標	ドローンの飛ぶ仕組みをと、それを利用した活用分野について説明し新たなアイデアを出せる。	ドローンの飛ぶ仕組みをと、それを利用した活用分野について理解できる。	ドローンの飛ぶ仕組みを理解できない。

Table18 教員による評価

	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	未到達レベル
理解度	30%	70%	0%

Table19 生徒自己評価

①ドローンの仕組みを理解できたか。		
できた	ややできた	できなかった
100%	0%	0%
②航空法について（学んだ分野のみ）理解できたか。		
できた	ややできた	できなかった
100%	0%	0%
③ドローンを使用した新たな産業について理解できたか。		
できた	ややできた	できなかった
100%	0%	0%

2-7-1 難削材加工実習の教材開発に関する講義

目的：難削材加工実習への教材開発

期間：令和3年12月～令和4年1月

対象：航空機械工学科 3年生「航空工学」受講生 34名

難削材加工で航空機に使用されることも多いインコネルについての講義を行った。



Fig38 加工方法の研究1



Fig39 加工方法の研究2

インコネルは主にNi基の耐熱・耐食合金で耐熱、対腐食性に優れた特性を持つ反面、熱伝導率がステンレスよりも低く、さらに靱性が高く粘り気があるために、高い切削温度が発生し、工具刃先に温度が集中しやすい特性がある。そのため、ステンレス鋼以上に刃先が摩耗しやすく難削材と呼ばれる。

・工具選定のポイント

工具材種は、ステンレス同様、耐摩耗特性に優れたコーティング付き超硬合金の選択が有効である。工具形状は、切削時における切れ刃の負担を軽減する目的で、強ねじれ刃、多刃、ポジティブすくい角など最適な切れ刃形状の選択がポイントになる。

・加工方法のポイント

刃先に熱がこもりやすい特性があるため、一般的に多刃工具が有効。加工条件は回転数をできる限りあげて熱をこもらせない工夫が必要である。

2-8-1 航空機製造工程実習で製作した部品の検証

目的：製作した部品の検証をダイチェックで行う

期間：令和3年2月

対象：航空機械工学科 3年生「課題研究」 10名

浸透探傷検査（ダイチェック）浸透探傷検査は、試験品の表面に開口している欠陥に浸透液を浸透させ、実際の傷よりも拡大した指示模様を形成させ肉眼で容易に観察し得るようにした方法である。非破壊試験のひとつでありこの実習により非破壊試験とは何かを知るきっかけとなる。

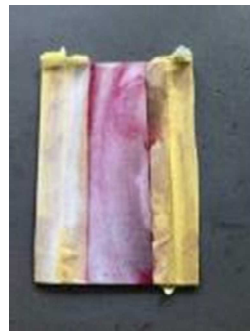
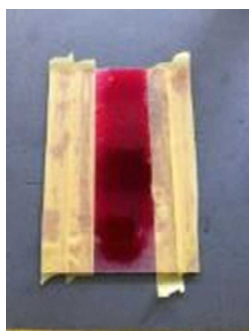
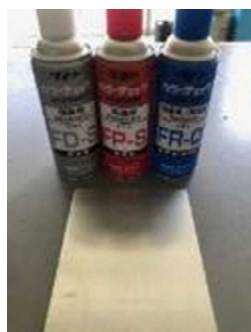


Fig40 Fig41 Fig41 ダイチェックの実技

塗料の量によって見え方が違うので熟練した技能が必要である。航空機だとジェットエンジンのファンなどは高温化で力が加わっているためクリープ現象も考えられる中で定期的に非破壊検査をして破損がないかを目視で確認する必要がある。航空機部品だけでなく多くの分野で点検するには非破壊検査は必須であり今後メンテナンスに関わる仕事ならば放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験、浸透探傷試験、渦流探傷試験の方法を知り、資格を取得することも求められる人材には必要である。

3. 結言

航空機産業が低迷する中で単に就職先に必要な知識、技能であるから必要であるという考えではなく航空機産業の知識・技能を題材にものづくり全般への興味関心を高めることが大事であると考え。今後も多くの題材を増やしていきたい。

地域産業を担うテクノロジストの育成（令和3年度 年度末報告）
「岐阜県の基幹産業である金型を紐解き、金型より身近なものとするための研究」
～製造業を担う人材育成（射出成形金型分野）～

第1 開発室

航空機械工学科

松田悦生 草壁善則 櫻田真司 阿部光明 鷺見暁国
由良陽介 増井勇一郎 田中陽介 濱口信太郎 川地節夫
石原 隆 黒田将臣 小澤良太 成田裕貴

Abstract :

岐阜県では、伝統的な地場産業に加え、輸送機械、電気機械、工作機械、金型など技術を誇る様々な製造業が集積している。また、全産業のうち製造業の就業者数が占める割合は約25.0%で、全国的にも高く、製造業に集中している。一方で岐阜県の人口の流出も進んでおり、転出者が転入者を上回る社会減少が進んでいる。県内で技術力を誇る産業の一つである金型について深く学び、県内関連企業と連携することで製造業に必要な高い技術力の習得を目的として本事業を進めていく。

Key words :

金型 企業との連携 QC 検定 医工融合 CAD/CAM CAE 可視化 知的財産 Online
メディカル 自助共助 具現化

1. 緒言

金型製作の取組みは3年生の課題研究にて実施しているが、生徒には金型製作のために必要な基本的な知識や技術が乏しく、基礎の習得に多くの時間を要するため、その先の加工技術、測定技術、CAD・CAMについては企業の方や教員の手で行う事が多いのが現状であった。そのため、昨年度に引き続き今年度も2年次から関連企業の技術者の方からの指導を受けて知識や技術を学ぶことやオンラインによる企業見学を実施し、3年次の課題研究において、実際に金型を製作し成形までの一連の工程を経験することにより、金型産業・地域企業への興味関心度の向上と、製造業全般において必要な力を育成する。

2. 根拠・背景

上述の通り、金型製作には高度な専門知識や技術が必要である。そのため、地元企業の方に協力していただき作業に取り組んでいるが、企業の方には、目まぐるしく変化する業界のことや新技術についての指導もしていただき、教員の指導力向上に関する専門的知識や技術習得の向上を目指した。生徒の学びとして、3年生は、金型製作一連行程において、積み重ねた体験を経験値化する取組を実施し、2年生では関連企業見学や、CADの基礎が学べる

カリキュラム開発を実施した。学科としては、製造現場での作業について学び、教職員については、MC 機器講習や CAD・CAM 講習を実施し、金型製作に必要な技術を学んだ。また、他学科で興味関心のある生徒に対しても合同で研究を行った。

3. 研究内容及び実施日程

対象	業務項目	実施日程										
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
3年生	金型を利用した製品製作 (3年課題研究)				デザイン	デザイン	デザイン	CAD	CAM	加工	加工	射出成形
	外部講師による指導 加工・測定技術					1回			1回		1回	
	外部講師による指導 射出成型作業					1回					1回	1回
	外部講師による指導 CAD/CAM 講習							2回	3回	4回		
2年生	外部講師による指導 金型に関する講話									1回	1回	
	外部講師による指導 CAD/CAM 講習									2回	2回	
	大学等と共同で金型を製作										1回	
	大学の最先端の研究体験										1回	
全学年	知的財産に関する講演会							1回				
	QC検定に向けた取り組み				2回	2回				2回		

金型製作には高度な知識や技術が必要であるため、企業の方からの支援が不可欠である。1・2 年生の段階で金型製作に関する知識や技術に触れることで 3 年生ではより高度な技術の習得ができるように 2 年生の段階での講習会を実施することを今年度はテーマとしたい。

また、先輩後輩間のつながりを普段の授業で得られるような工夫をし、技能伝承などについて、スピード感の体感と上下関係の需要さについてお互いに再認識してもらう。

4. 実施プログラム

4-1 金型産業で航空宇宙産業を支える取組の実施

令和 3 年度は、前年度までの課題を解決するために、金型を用いて、地域のイベントや出

前授業で活用可能な、飛行機のキットを製作することとした。当初はスチレンペーパーをレーザー加工機でカットするのみのキットで、先端にオモリをつけるものであったが、プロペラを金型により成形し、それを装着するアイデアを採用した研究を実施した。岐阜県の基幹産業を用いて、小中学生にその素晴らしさと面白さを周知するために活用した。

期間：令和3年4月～令和4年2月

対象：「課題研究」「部活動：岐阜工テクノ LAB」

横断的な取組：基幹産業を意識した融合的な取組



Fig.1 完成した飛行機キット

Table.1 協力企業との計画表

	実習テーマ	外部講師 派遣回数	内容	協力企業
1	CAD 実習	2h×13回	3D スキャンにて取得したデータを CAD データに変換することができる。	(株) タクテックス
2	CAM 実習	2h×13回	最適モジュールを選択した工程設計ができる。	(株) タクテックス
3	金属加工実習	3h×3回	MC の基本操作・加工ができる。	(株) タクテックス
4	組立実習	2h×2回	バランスの良い組立と作動調整ができる。	(株) 岐阜多田精機
5	射出実習	2h×1回	射出成形機の構造・操作が理解できる。	(株) 岐阜多田精機
6	成果発表会		分かりやすく説明できる。	

【身に付けさせたい能力】

昨年度までは、CAD と CAM を分けた内容のカリキュラムとしていたが、整合性の面や、実際にものづくりする上で、一連の実務をこなすことで、ブラッシュアップの品質と次につなげるまでの時間が短縮でき、生徒たちがものづくりを 0 から 100 まで視野に入れた作り込みを行うことができた。設計から成形までを体験し、自分たちの経験値とさせることを主観に置いた実践とした。

【生徒の活動】

4-1-1 CAD/CAM 実践講習

今年度もタクテックス㈱の日榮・木村・角氏におねがいし、2、3年生に向けた講習会を実施した。3D スキャンにて得られたモデリングを実機で加工する一連の流れについて学んだ。MC の操作方法については ICT 機器を使用し、生徒全員が手元までみられるようにした。今年度の実践により、来年度以降はこの世の中にある全てのモデルを加工することが可能となり、工具さえあれば、スケーリングによって意図するものやスキャンしたものを加.可能となった為、次年度よりカリキュラムへの落とし込みを計りたい。

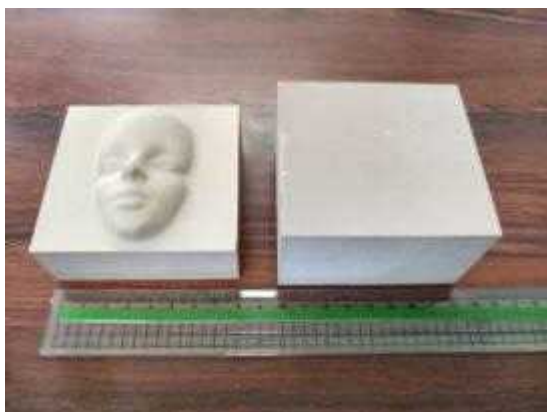


Fig.2 CAD/CAM 講習と ICT 機器などを活用して MC 使用している風景

4-1-2 金型製作について

金型製作のノウハウと条件等については、ここ6年間に渡る地元企業のご支援により、教員のみでもおおよそ取り組むことが可能になり、初年度と比較すると幅広い分野で掘り下げた学習を展開することが可能になった。その為、制約がないデザインを思考させることができ、実際に製品として具現化することが可能となった。

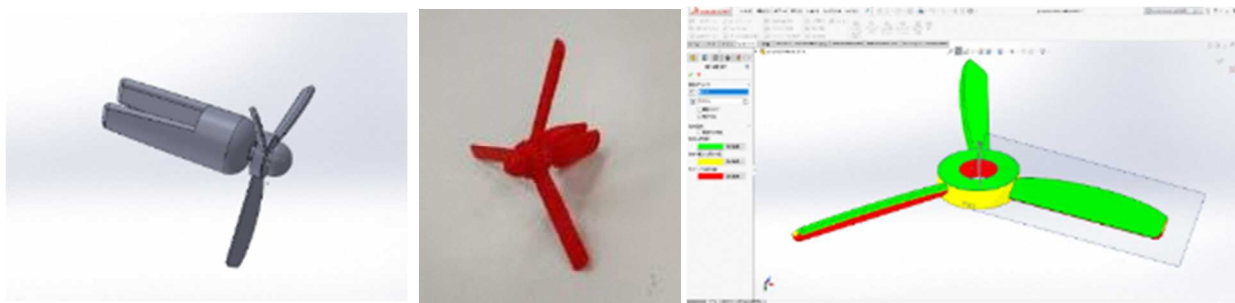


Fig. 3 デザインしたプロペラのデータ（左）と積層品（中）、勾配についての評価（右）



Fig. 4 加工した金型入れ子と射出成型品
協力：(株)岐阜多田精機 様



Fig. 5 第6回工業高校金型コンテスト展示ディスプレイ

4-1-3 異なる目線で物事を捉える経験を実践

サーモグラフィを用いて、様々な加工などについて状態確認を実施した。旋盤作業では、初めて作業する生徒たちに温度を可視化したところを視覚的に説明することで、理論について理解を深めることができ、何より安全作業につながった。また金型の最適化の検証では、前回の成型物が小さく射出した時期が2月ということもあり、温度が低過ぎることで、ひけなどの不良も生じる結果となった。金型の温度は50～60℃が望ましいと専門家の方から言われ、温度を一定に保つための循環構造を設ける試みも実施していきたい。サーモグラフィなど、様々な機器を利活用することにより、多面的な視点で、物事に対してアプローチする力を醸成することができた。

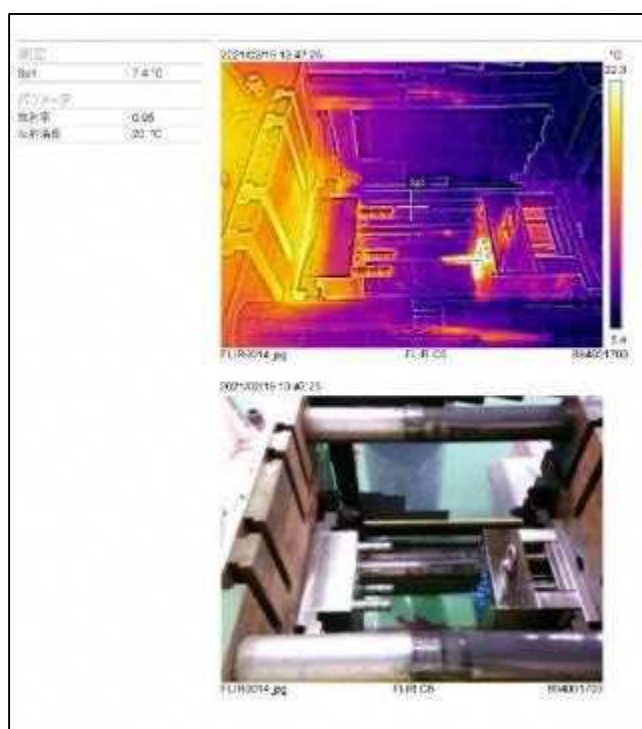


Fig. 6 射出成型時の温度変化



Fig. 7 屋外での可視化

4-1-4 設備メンテナンスと部品交換

機械加工など、多くの機械や装置を用いた学習を展開するなかで、機械全般のメンテナンスについても同時に学習した。摺動面のグリースアップやマシンオイルの注油など、これらの管理を一目でわかるような表も制作し、管理することができるようになった。また、中学生向け出前授業に使用する材料を切断する際に、鋸刃が折れたため、生徒自身に復旧作業を実施させている。令和3年より、これまでよりも実践で活かせる内容での授業展開を実施している。



Fig. 8 切断機の仕組みの理解とバンドソー交換作業

4-1-5 評価・効果

生徒のアイデアを本校の施設設備を最大限活用して、具現化することを心掛け、ものづくりの過程における「トライ&エラー」を意識し、最終工程まで完遂させることができた。

やはりキーとなるのが 3D プリンタであり、具現化できないものは皆無といえる。しかしながらデメリットもあり、材質を複数選べない点や、積層するために時間を要する点がある。同様にメリットもあり、リアルタイムという訳にはいかないが、以前と比べると格段にリードタイムが短縮された。また、個人が毎時間の振り返りを実施し、チームによるフィードバックを繰り返し実施し、習慣化につなげたことが、成功した要因となり、目標にも掲げたように、今後生徒たちが社会でミッションに取り組む際に有用となる経験を積ませることができた。

Table. 2 ループリックによる評価指標

CAD			
目安	理想的な到達レベルの目安	標準的な到達レベルの目安	未到達レベルの目安
到達目標	3D スキャンにてモデリングデータを取得し、3DCAD でアセンブリによって金型の組立設計、作動状況を確認可能になる。	3DCAD でアセンブリによって金型の組立設計、作動状況を確認可能になる。	3DCAD でアセンブリによって金型組立まで確認可能になる。
CAM			
到達目標	的確なモジュールを選択し、CAM による工程の設計と面粗度に応じた条件を検討可能になる。	CAM による工程設計が可能になる。	CAM による一部工程が設計可能になる。

MC			
到達目標	MC の基本操作と加工に加え、アンチクラッシュシステム、ビビリ対策を活用した加工可能になる。	MC による基本的な操作と加工が可能になる。	MC による基本的な操作のみ可能になる。
組立			
到達目標	治具を考案した、バランスの良い組立をすることができ、作動調整の確認可能になる。	金型の組立が可能になる。	金型の組立が一部可能になる。
射出			
到達目標	射出成形機の原理を理解し、簡単な操作が可能になる。	おおよそ半数の簡単な操作が可能になる。	簡単な一部のみの操作が可能になる。
全体を通して			
到達目標	金型製作の一連の工程を、理解し説明が可能になる。	金型製作の一連の工程を、理解している。	金型製作の一部のみ工程を理解している。

Table.3 教員・外部講師・生徒による評価

項目		理想的な到達レベル			標準的な到達レベル			未到達レベル		
評価者		教員	外部	生徒	教員	外部	生徒	教員	外部	生徒
C A D	R1	65%	60%	55%	35%	40%	45%	0%	0%	0%
	R2	68%	65%	60%	32%	35%	40%	0%	0%	0%
	R3	68%	65%	60%	32%	35%	40%	0%	0%	0%
C A M	R1	20%	10%	30%	80%	80%	70%	0%	10%	0%
	R2	25%	20%	35%	75%	80%	60%	0%	0%	5%
	R3	30%	25%	40%	70%	75%	60%	0%	0%	0%
M C	R1	20%	10%	30%	70%	70%	70%	10%	20%	0%
	R2	25%	20%	40%	75%	80%	60%	0%	0%	0%
	R3	30%	25%	45%	70%	75%	55%	0%	0%	0%
組立	R1	30%	20%	30%	70%	80%	70%	0%	0%	0%
	R2	40%	30%	35%	60%	70%	65%	0%	0%	0%
	R3	40%	30%	35%	60%	70%	65%	0%	0%	0%
射出	R1	50%	40%	60%	50%	60%	40%	0%	0%	0%

	R2	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	R3	－	－	－	－	－	－	－	－	－
全体を 通して	R1	40%	30%	30%	60%	70%	70%	0%	0%	0%
	R2	45%	40%	40%	55%	60%	60%	0%	0%	0%
	R3	50%	50%	50%	50%	50%	50%	0%	0%	0%

4-1-6 今後の展望

地元産業を重要な位置付けとした学習を実践するために、地域企業や研究機関・大学等と連携し、本校の恵まれた土壌から、多くの花が咲く様な手だてを職員一丸となって研究を遂行し、最後まで諦めず、完遂させたい。

4-2 医工融合による自助具製作の研究の実施（3D スキャン応用研究）

期間：令和3年4月～令和4年2月

対象：「課題研究」「部活動：岐阜工テクノ LAB」

横断的な取組：医工融合を意識した形式での実践

治療（更生）用装具は、三者三様で人により形状が異なり、複雑なモデリングが必要不可欠ある。完全にフィッティングするための装具は、寸法のみでの再現は、ほぼ不可能だといえる。そんな中で、センシング技術を活用し、被験者の3次元データを3D スキャンにより読み込み、完全にフィッティングする装具を、クールなデザインと機能性を兼ね備え、安価でかつスピーディーに供給する研究を実施し、必要とされる方々のために生涯注力することを目的に応用研究を実施した。

2021 年は、オリンピック・パラリンピックが開催された。パラリンピックへ出場する選手には多くのスポンサーにより、義手・義足などの福祉医療用品がすぐに提供されているが、必要とされる方々全てに安価でスピーディーに提供されていない現実があるという記事を目にした。そこで、SDGs の視点からも、テクノロジストとして、必要とされている方々に、安価でスピーディーに治療（更生）用装具を提供するための使命感を持って取組を実施した。

【身に付ける力】医療分野に幅広い知識と、人体で使用する製品の製作方法（動的・静的）とデータ収集方法や、法律に関する知識を身に付ける。

【生徒の活動】ふくしま医療機器開発支援センターが主催する第2回創生アイデアコンテストに出場した。コンテスト詳細については後ほど記述する。

【創生アイデアコンテストについて】

医療機器を含むヘルスケア製品には、実に多くの種類があるが、これらは、命を守り、あ

るいは生活を支えるために欠かせないものとなっている。

福島県は早い時期から医療関連産業に着目し、県内における同産業の集積を積極的に進めており、医療機器の主たる生産県のひとつである。第2回創生アイデアコンテストは、こういった福島県の特徴を生かし、これからを担う若い世代に健康・医療・介護などを含めたヘルスケア領域に関心をもたせ、自由な発想で考えられえようになることを目的として開催されており、今回は福島県の先生からお声かけいただき、参加した。約30チーム中、10チームが最終審査へコマを進め、本校も進出した。

＝出場チーム紹介＝

1. 清陵七星1（福島県立清陵情報高等学校）
2. 清陵七星2（福島県立清陵情報高等学校）
3. Lohas ProLab（日本大学工学部）
4. 村山研究室の愉快的仲間たち（日本大学工学部）
5. 岐阜工テクノLAB（岐阜県立岐阜工業高校）
6. チーム神杉（福島県立平工業高等学校工作部）
7. 北工 Beginner 's（福島県立郡山北工業高等学校）
8. チームD（大阪電気通信大学）
9. SFC IS THE PLACE TO BE（慶應義塾大学）
10. irori（香川県立高松東高等学校）
11. うるーず（京都先端科学大学附属高等学校）

4-2-1 コンテスト出場までの過程に関する取組について

①被験者の装具を作る個所を想定したデータ収集とデータ変換



Fig.9 データ収集の様子



Fig.10 収集時のモニター

3D スキャンにより、必要とする点群データを収集するし、実習で使用する CAD ソフト Solidworks で認識するようにサーフェイス面を施し、軽量化されたデータにして、3DCAD で読み込めるようにする。

②モデルの具現化

装具のデザインや厚みの調整といくつかのサンプリングを用意し、3D プリンタにより積層し、データ収集を実施した後、得られたデータを利用し凸凹のデータを作成し、装具の厚み等のクリアランスを決定。

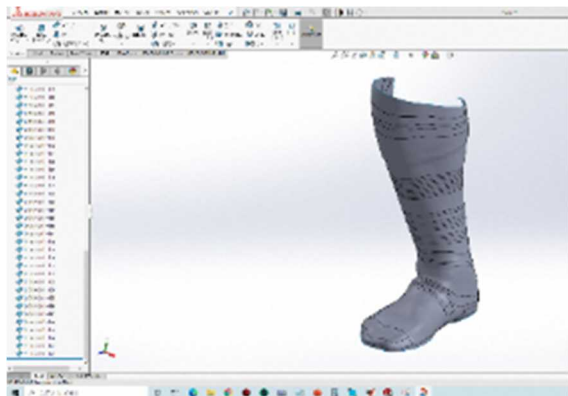


Fig.11 足の CAD データ

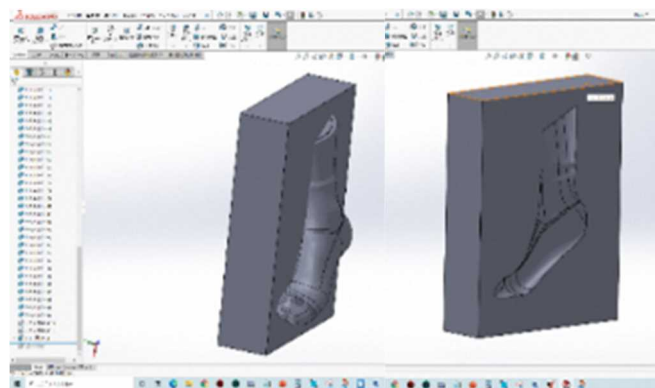


Fig.12 クリアランス設定

③3D プリンタを用いて、PLA 樹脂と TPU 樹脂による積層を行う。

得られたモデルを2種類の材質を用いて、積層する。PLA 樹脂はプラスチック素材のような質感で、TPU 樹脂はゴムのような質感をイメージし、2種類を選定した。

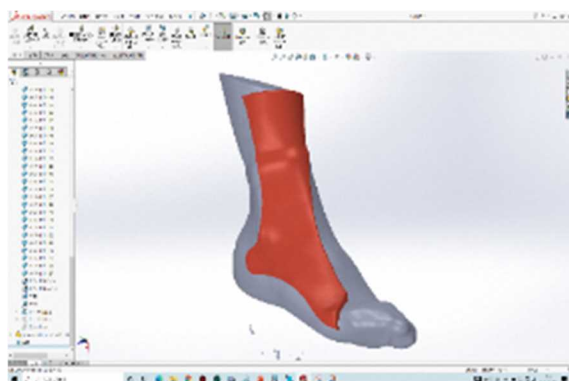


Fig.13 装着のイメージング



Fig.14 積層した装具



Fig.15 装着の様子

④装着し、データ収集を実施し、ブラッシュアップを続ける。

積層したサンプリングから、様々なデータを収集し、多方面から検証した。

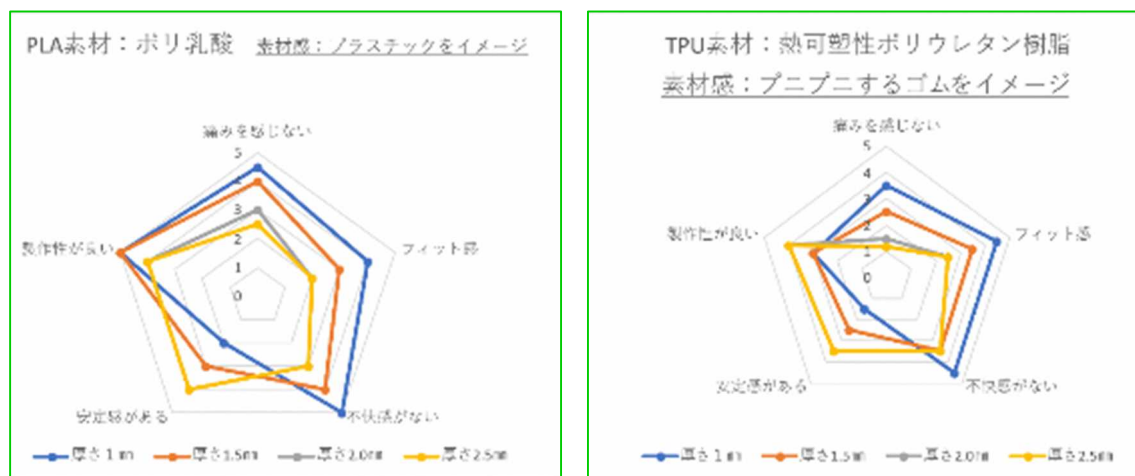


Fig.16 装着感度データ

Table. 4 装着感度項目

検証項目は5項目	(通学から入浴まで装着 1週間のデータの平均値)		
痛みを感じない	1 痛い	⇔	5 痛みを感じない
フィット感	1 フィットしない	⇔	5 フィットする
不快感がない	1 不快に感じる	⇔	5 不快でない
安定感がある	1 安定しない	⇔	5 安定している
製作性が良い	1 製作しにくい	⇔	5 製作しやすい

積層した装具を1週間装着し、得られたデータである。プラスチック素材では、不快指数が高い点、製作性が良い結果となり、ゴムに近い素材では、不快感が無い分、製作性が悪いという結果が得られた。

⑤専門家とのオンラインによる相談会を開催

第2回創生アイデアコンテストでは、専門家の方とオンラインで相談できる機会が得られたため、当初は装具を製作予定であったが、方向性を修正し、自助具製作をメインにすることとした。専門家の方からは、装具に関する見本市やカタログを見る事や、3Dスキャンを生かしつつ自助具を製作し、装具づくりに必要な足などを積層したモデルを装具士の方に提供するサービスを展開した方が費用対効果やニーズにマッチすることをご指摘いただいた。



Fig.17 第2回創生アイデアコンテストでのアドバイス当の様子

多くの専門家の方からご意見を頂戴した。その一部を紹介する。

- ・今後のアクションプランについて記載しているのがよいと感じた。
- ・使命感の強さを強く感じた。3Dプリンタ自体は普及をしてきているが、実際に装具作りにチャレンジするまでに至っているチームは少ないと思い、高く評価した。
- ・価格、デザイン、スピード、機能で既存品よりも優れたものが実現できそうだと感じた。
- ・実際に試してみて早速実現させていることから、実現性は高いと感じた。
- ・パラリンピックから **Inspire** されての発想は素晴らしいと思う。
- ・装具のフィット性はまさに課題であり、そのフィット性により対象者の行動や可能性に大きく影響すると思います。ただし、永久にフィットすることにはつながらないのでは？
- ・課題解決の実現性は高いと思う。

＝次年度以降 協力していただく外部機関＝

- ・（一社）岐阜県作業療法士会 <http://gifu-ot.com/>
- ・岐阜保健大学 <https://www.gifuhoken.ac.jp/about/inDex.html>

- ・東京大学先端科学技術研究センター「AT(支援機器)ライブラリー」
- ・共用品推進機構展示室

4-3 人工衛星・探査機模型製作に関する取組

期間：令和3年4月～令和4年1月

対象：「課題研究」「部活動：岐阜工テクノ LAB」

横断的な取組：航空宇宙産業とカリキュラムをリンクさせた取組

本県の商工労働部航空宇宙産業課が主催する第5回 全国人工衛星・探査機模型製作コンテストへ出場した。本校には、県の基幹産業である、航空宇宙産業を学ぶための施設“モノづくり教育プラザ”があり、施設をフルに活動し、基幹産業に対する想いを強くする狙いと、航空宇宙産業を好きな生徒が多数いるため、ものづくりにより自分たちの気持ちを模型として表現することも狙いの一つである。

①生徒たちの思い

コンテストに志望した生徒たちの思いを少し紹介する。

「私たちのチームの中には、小学生のとき、金環日食の授業、理科の実験や岐阜かかみがはら航空宇宙博物館に見学に行ったときに航空機や宇宙に興味を持ち、岐阜工業高校の航空機械工学科を進路に選択した生徒も多数おり、宇宙にはまだまだ自分が知らない世界が広がっているところや、他の惑星があるかもしれないので、非常に興味があるという思いを持った生徒が多い。来年度の就職先に川崎重工株式会社の内定獲得のために、この模型製作コンテストを通して、航空宇宙産業についてさらに学びを深めたいと思っている。またニュースで野口聡一さんが宇宙から帰還されたのを見て、同じ日本人としての誇りと、自分たちも何とかして宇宙に触れた気持ちを味わいたいと話をするようになっていた。

惑星探査機「はやぶさ」は60億kmに及ぶ航海を終え母星地球に帰還し、カプセルを切り離し、最後を火の玉として生涯を終える探査機。従順なまでに人間に従い、宇宙空間という真っ暗で無音の世界をとてつもないスピードで移動するとてもかわいそうな探査機である。はやぶさ以外にも、「ルノホート」などが活躍した月面においては、寒暖差が数百度で、さらに超微細な砂が舞う、スーパーハードコンディションかつ電波が往復するのに数秒かかるという超孤独な環境を生き抜く探査機など。想像を絶するファンタスティックな世界を考えるだけでゾクゾクしてしまう。そんな思いを持った仲間が、今回集結した。入学してから何らかの形でその思いを表現するチャンスが欲しいと、密かにみんな考えていた。やっとその時がきた。メンバーはそれぞれ、生まれも中学も部活も異なるが、航空宇宙産業に対する思いは同じだ。宇宙に関する分野はまさにこれから開発・利用がさらに活発になると感じている。高校3年になってはじめて岐阜県に生まれてよかったと思うようになった。その理由は学校の先生から聞いた話の中に、岐阜県の成長戦略の中に航空宇宙産業分野があり、

その産業の一部について毎日勉強させていただいていることが、僕たちの中で一番の誇りとなっているからだ。

メンバー15人は、コロナ禍でもそれぞれの人生を切り開く。特に来年からは就職や進学でステージが変化する。これからもずっと私たちは、この岐阜工業高校や岐阜県に恩返しをすることを念頭に置き、航空宇宙の夢を見続けながら、その時々の変化に柔軟に対応できるテクノロジストとして人生を送っていきたいと考えている。

おわりに、航空宇宙産業からの副産物には、様々なものがあることも学んできた。航空宇宙を知るということは、世の中の総合工学的な分野にも触れることができるので、飽きるどころか、どんどん掘り下げて学びたいという意欲が湧いてくる。人間は損得勘定で物事を捉えがちであるが、航空宇宙に関しては、得な事やドキドキワクワクすることしかないので、皆無といえる。そんな魅力を地域の小中学生にも広めていきたい。

全体を3Dプリンタなど学校にある様々な装置を用いて加工し、高精度な部品からなる人工衛星模型を製作する。工業高校生らしさを存分に盛り込んで、宇宙を最大限演出する。また今回ものづくりを実施する過程において、各装置の特性や取扱いに関する作業指示書を後輩の為に残し、次年度以降もチャレンジできるような土俵を残したい。」

上記のような思いで製作にあたった。3Dプリンタの最適化などレーザー加工機などの条件等についても、モノづくりプラザに設置してある個々の装置の最適な条件を見つけることができた。

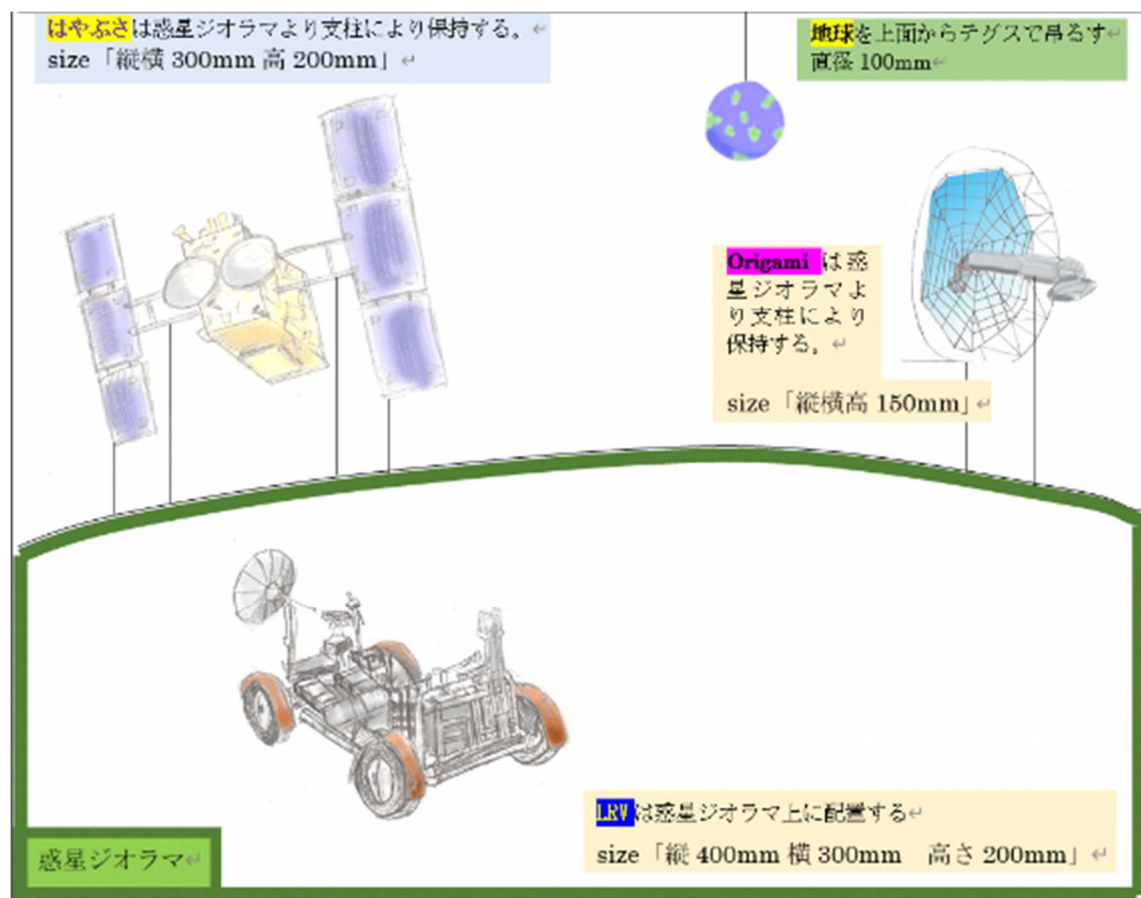


Fig.18 人工衛星模型コンテストのイメージ

②モデリングから製作力の向上を図る“モノづくり教育プラザ2号館をフル活用しスキルアップにつなげる実践”

3DCAD による人工衛星で使用されている部品をモデリングし、3D プリンタを用いて最適な条件で製作する取組を実践し、生徒一人一人の製作力を向上させた。



Fig.19 人工衛星を製作している様子

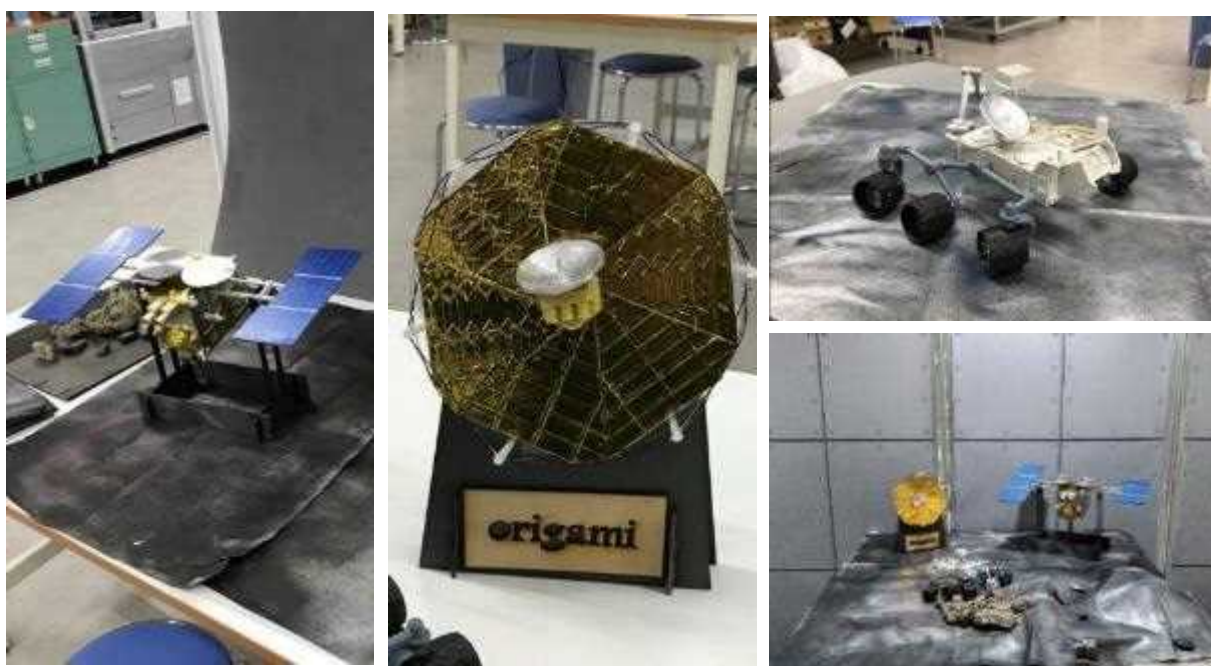


Fig.20 製作した人工衛星

左：hayabusa2 中：origami 右上：キュリオシティ 右下：ディスプレイ

4-4 知的財産権に関する講習（航空機械工学科 2年生・3年生）

期間：令和3年10月14日（木）第6限

対象：航空機械工学科2年生 80名

講師：日本弁理士会東海会 岐阜県委員会委員 弁理士 加藤 肇 様

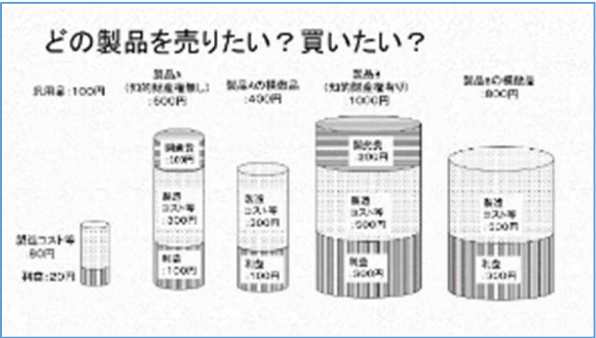
知的財産権についての内容の講義を実施した。知的財産権とは、人間の独創的な知的創造活動について、その創作者に一定期間の権利保護を与えるようにした制度で（※）講義では特に、「特許権・実用新案権・意匠権・商標権」の産業財産権について学んだ。講師の加藤様から、裁判の事例など数多くの内容で講義頂き、生徒たちも普段触れる事が無い内容であった為、アンケートからは「もっと深く学びたい」「知的財産権の重要さがすごく良く分かった」などの意見が多数あり、大変有意義なものとなった。

Society5.0を生き抜くテクノロジストとして、知的創造サイクルを回し、知的財産立国日本に寄与してくれることを期待したい。

また、2回目の講義では、文科省・特許庁が主催する「パテントコンテスト」に応募する際に必要となる先行文献を検索する方法や、自分たちが創造したアイデアの類似案件を検索し、同じ内容で登録されていないかどうかを確認する技術を身に付ける事を目的として、J-PlatPatを用いて実施した。この講義では、特に、世の中の分野別の特許件数等に関する知識をさらに深めることができた。テクノロジストとして活躍する際にアイデア検

索等が必要になる時がくる。その時、使用できるツールとする事や、より高い精度で検索が可能になるように検索技術の向上を目指した。

(※産業財産権標準テキスト[総合編] 発行日2014年3月 p9より引用)



コロナ禍で特許は増える？減る？

コロナ禍における特許の可能性

登録された商標の例 鬼滅の刃 編

Q.みんな著作権をもっている？A→持ってます。



Fig.21 知的財産権に関する講義

Table.5 知的財産権に関する講義アンケート結果

Q1. 知財について少しでも知っていることがありましたか？				
	1:ある	2:少しある	3:ほとんどない	4:ない
R1	25.3%	56.6%	12.1%	6.0%
R2	30.6%	58.1%	8.2%	3.1%
R3	35.4%	61.2%	1.5%	1.9%
増減	+4.8%	+3.1%	+6.7%	-1.2%

Q2. 講義で興味を持った内容がありましたか？				
	1: 多くある	2: 少しある	3: ほとんどない	4: 全くない
R1	38.3%	53.5%	6.2%	2.0%
R2	42.4%	53.6%	4.0%	0%
R3	44.5%	51.7%	3.8%	0%
増減	+2.1%	-1.9%	-0.2%	±0%

Q3. もっと知財について知りたいと思いますか？				
	1: 強く思う	2: そう思う	3: あまり思わない	4: 思わない
R1	32.3%	49.5%	15.2%	3.0%
R2	40.4%	48.5%	10.1%	1.0%
R3	42.8%	50.1%	7.1%	0%
増減	+2.4%	-1.6%	-3.0%	-1.0%

弁理士による講習では、コロナ禍では、特許申請件数については鈍化していることで、技術力が正解的に鈍っているお話を頂戴した。また、特許のメリットについて学ぶことができ、ものづくりにおいて、世界で勝ち残るためには、必ず必要な分野であることを認識した。

5. 結言

今後は金型製作を成形のメインとなるツールとして、3D スキャンを用いた人体モデルは製作可能な為、自助具製作をメインに製作し、モデリングしたものを装具士の方に提供するサービスを開始したい。さらには、在学中の起業を視野に展開し、少しでも安価な製品を提供したり、設備投資が可能になるような選択肢も切り拓いていく。専門家の方のご紹介で、各方面の研究機関とも連携したモノづくりを推進し、生徒たちの経験値となる取組を継続して実践する。知的財産権についての取組として、地域産業について知り、進路の選択肢として考えるととても有用な機会となったとともに、知的財産権に関する講話から技術やアイデアを守ることの大切さを理解できたことから、今後はパテントコンテストへの参加と起業を目指した取組を展開していく。今回も普段のカリキュラムからでは到底知り得ることができない内容であったため、生徒たちにとっては、ポテンシャルが向上する取組となり、そんな力を兼ね備えた生徒たちによって、岐阜県の地場産業が法律からも守られ、世界に発信できるようなものになるように期待に応えたい。

地域産業を担うテクノロジストの育成 「製造業を担う人材育成（射出成形金型分野）」

第1 開発室

電子機械工学科

河崎哲治 赤塚孔彦 澤田昌亮 柴山剛士 戸崎暢介

内海裕憲 石田稔賢

Abstract :

岐阜県では、伝統的な地場産業に加え、輸送機械、電気機械、工作機械、金型など技術を誇る様々な製造業が集積している。また、全産業のうち製造業の就業者数が占める割合は約25.0%で、全国的にも高く、製造業に集中している。一方で岐阜県の人口の流出も進んでおり、転出者が転入者を上回る人口減少が進んでいる。県内で技術力を誇る産業の一つである金型について深く学び、県内関連企業と連携することで製造業に必要な高い技術力の習得を目的として本事業を進めていく。

Key words :

金型 企業との連携 CAD/CAM 地域をテーマにしたものづくり シリコン型 著作権
他学科との連携 保全作業

1. 緒言

岐阜県の基幹産業である金型製作に関する学びを6年前から実施しているが、金型製作のために必要な基本的な知識や技術が乏しく、基礎の習得に多くの時間を要する。そのため、毎年、加工技術、測定技術、CAD/CAMについて関連企業の技術者の方からの指導を受けて知識や技術を学ぶことやオンラインによる企業見学等を実施し、様々な技術を習得してきた。3年次の研究においても、生徒教員のパフォーマンスを最大限生かした金型製作を継続し、金型産業や地域企業への興味関心度の向上と、製造業全般において必要な力を育成する。

2. 根拠・背景

上述の通り、ものづくりには高度な専門知識や技術が必要である。そこで、地域の土壌を有効に活用し、金型製作においては地元企業の方による業界の説明と、目まぐるしく変化する業界のことや新技術についての講義を実施していただき、知識の吸収と技術習得の向上を目指した。生徒に対しては2年生で関連企業へのオンライン見学を実施し、現場での作業について学び、教職員については、NC 機器講習や CAD/CAM 講習を実施し、金型製作に必要な技術を学んだ。また、航空機械工学科も金型製作に取り組んでいるため、生徒の企業見学や教員に対する研修については、合同で実施した。

電子機械工学科では昨年度に続き、射出成形金型の製作を実施した。4年前より金型の製

作に取り組み、製作する際にテーマを決め、テーマにちなんだ作品を製作してきた。製作した作品は、学校主催のイベントなどで配付し、地域の方々に少しでも「型」について興味や関心をもっていただけるように取り組んできた。今年度は、学校がある笠松町のシンボルで金型を製作することにした。現在、スマホゲームや漫画で人気の「ウマ娘」のオグリキャップは、笠松が誇る名馬で多くの人たちに愛されてきたため、それをモチーフにした馬のキーホルダーを製作した。

金型製作では CAD/CAM 作業から NC 加工までを 1 つのテーマとして研究する。そのため、それぞれの作業に実際に携わることのできる人数が少なく、特に加工作業については機器に触れない生徒が多くなってしまうことが問題であった。そこで、昨年度より他学科と連携してオリジナルシリコン型の製作も実施し、生徒 1 人につき 1 作品以上の製作を目標に取り組んだ。

3. 研究内容及び実施日程

対 象	業務項目	実施日程										
		4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
3 年 生	金型の製作スケジュール (3 年課題研究)		デ ザ イ ン	デ ザ イ ン	CAD	CAD	CAD CAM	CAM 加工	加工	加工 射出 成形	発表 展示	
	外部講師による指導 加工・測定技術					1 回			1 回			
	外部講師による指導 精密仕上げ実習								1 回			
	外部講師による指導 射出成型作業									1 回		
	外部講師による指導 CAD/CAM 講習				1 回				1 回			
	保全作業に関する講習									1 回		

4. オリジナルシリコン型の製作（電子機械工学科・デザイン工学科・化学技術工学科）
と射出成形金型の製作：テーマ『笠松町にちなんだもの「馬」』（電子機械工学科）

目的：シリコン型製作では他学科との連携により、各学科の長所を活かした製品製作を実施する。また、一つの型製作に留まらず多くのデザイン案を CAD で描き、3D プリンタや MC 加工機により試作型を製作するなど、各工程を数多くこなすことで理解や技能を深める。

金型製作では、モデリングから組立までの工程や、県内の企業が製作している金型製品についても理解し、各工程に必要な技能を身に付ける。

期間：令和 3 年 4 月～令和 4 年 2 月

対象：「課題研究」電子機械工学科 3 年生 12 名

概要：デザイン案をデザイン工学科が、型製作を電子機械工学科が担当し、互いの得意分野を掛け合わせることで新しい発想や発見、単科ではできなかった製品製作を目指す。また、化学技術工学科からの依頼で手作り消しゴムのシリコン型の製作に取り組んだ。デザイン工学科で使用するシリコン型はレジンを流し込むが、化学技術工学科では消しゴムの素材を流し込み焼き固めるため、熱に耐えられるシリコン素材を使用することや、使いやすい消しゴムの大きさなどを考慮した、教科横断的なものづくりを目指し活動した。

金型関連企業の協力を得て、「金型製造工程実習」（Table. 1）を実施した。実習では、金型設計専門家による指導により、金型製造で行われているモデリング作成や加工データ製作について実践的に学ぶ。企業の方からの講習については、今年度は例年よりも CAM 講習の割合を多く実施し、工具の選択や加工データを生徒全員がつかうことができるように実施した。NC 加工についても企業の方からアドバイスをいただきながら実施した。

	実習テーマ	外部講師 派遣回数	内容	協力企業
1	CAD/CAM 実習	3h × 1 回	3D スキャンにて取得したデータを CAD データに変換することができる。	(株) タクテックス
2	CAM 実習	3h × 1 回	最適モジュールを選択した工程設計ができる。	(株) タクテックス
3	金属加工実習	2h × 2 回	MC の基本操作・加工ができる。	(株) タクテックス

4	射出実習	2h × 1回	射出成形機の構造・操作が理解できる。	(株) 岐阜多田精機
5	成果発表会		分かりやすく説明できる。	

Table.1 協力企業との計画表

4-1 オリジナルシリコン型の製作（デザイン考案：デザイン工学科）

対象：電子機械工学科 3年生 課題研究金型製作班 12名

概要：デザイン工学科では、「レジンによるキーホルダー製作」を体験ワークショップで実施している。レジンを流し込むための「シリコン型」は市販のものを利用している。「型」のカタチのデザインをデザイン工学科、「型」の製作を電子機械工学科が担当し、オリジナルシリコン型の製作を目指す。

「P（計画）→D（実行）→C（評価）→A（改善）」を繰り返しながら、デザイン工学科の依頼に応えられる製品の完成を目指し、射出成型金型の製作と並行して、「ものづくり」の一連の流れを体験することで、地域産業を担う人材育成を目指す。今年度は、昨年度の課題であった製品肌面の美しさや、デザイン案を細部まで再現することを目標に取り組んだ。

4-1-1 昨年度（令和2年度）の活動内容

（1）デザイン工学科生徒への「型」製作に関する講義

デザイン工学科の生徒は「型」についての知識がないため、型の基礎知識について、電子機械工学科職員が講義した。製作するには難しい形状、技術的な限界や施設設備の限界について伝え、実現可能な形状、デザインをするように伝えた。



（2）3DCAD（ソリッドワークス）の技能講習

デザイン案を3DCADで表現できる力を身に付けるため、基本的な使い方は教員からの指導にて実施した。また、応用編として株式会社タクテックス様からも技術指導をしていただいた。



Fig.2 技能講習の様

（3）デザイン工学科生徒への「Solid Works」体験講習

デザイン工学科生徒は他学科の技術に触れ、自分達の分野へ活かすことを目的とした。

電子機械工学科生徒については、授業内容から体験講習に使用するテキストの製作まで自分達で考えることで、効果的な伝え方を学ぶことを目的に実施した。

1時間×2回ではじめて3DCADを経験する受講者に向けた講習を考えた。講習内容、講習用テキストの作成、役割分担などを自分たちで考え、リハーサルを実施した。

【失敗から改善へ→身に付いた力】

リハーサルでは声の大きさやテキストの不備、うまく口が回らない場面が多かった。本番1回目の講習では、29名の生徒の理解度や進度がばらばらで、進行方法や人員配置に課題を見つけた。2回目の講習ではこれらを改善することができた。

生徒は教えるための基礎的な使い方を身に付けることができた。伝え方や表現の仕方、教えることの難しさと楽しさを知ることができた。

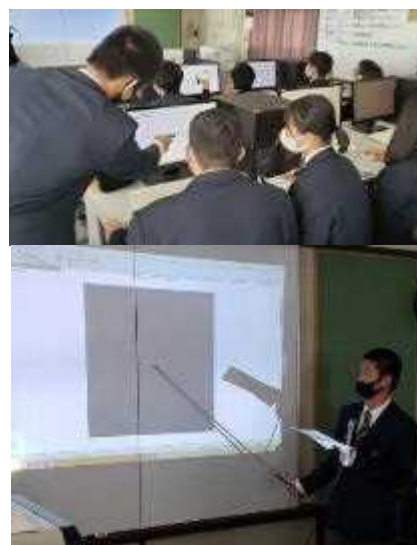


Fig.3 「Solid Works」体験講習

【デザイン工学科生徒からの感想】

- ・ペースを合わせてくれてとても分かりやすかった。
- ・テキストが見やすかった。
- ・最初は分からなかったけれど分かりやすい説明で理解できた。
- ・テキストの演習問題の完成図（解答）があると自分で進められたかもしれない。
- ・もっと早くこの講習を受けていたらデザイン案にアイデアを盛り込めた。

【電子機械工学科生徒の感想】

- ・資料作成でどうしても初心者の人に分かってもらえるか考えることが大変だった。
- ・自分がどの役割でこの講習を行うか、できることを考えて活動できた。
- ・教えることの難しさ（はじめて作業する人）と発表の仕方が学べた。
- ・聞き取りやすい説明、わかりやすい資料を準備できたらよかった。

(4) デザイン工学科と電子機械工学科でデザイン案についての意見交流→3Dデータ化
デザイン案を見て、寸法など3DCADで描くためには曖昧な部分について話し合い、意見や質問を付箋につけてデザイン工学科へと投げかけた。指定された寸法でデータを作

成してみると、イラストのイメージと違うものもあったので、デザイン発案者とやり取りをして、デザイン案に近い3Dデータを作成できるように交流した。



Fig. 4 意見交流の様子

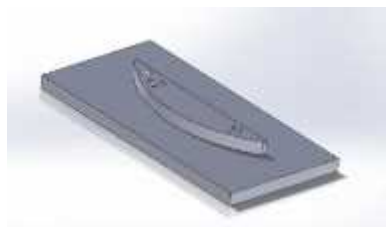


Fig. 5 指示寸法での製品



Fig. 6 改善後の製品

〈デザイン案と3Dデータ（例）〉

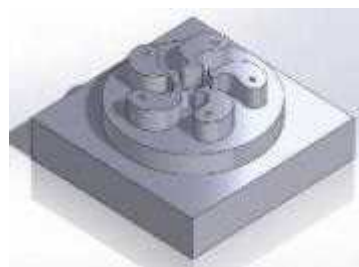


Fig. 7 デザインからCADデータへ

（５）3Dプリンタ（押出方式）による試作

デザイン案を「Solid Works」で作成した後に3Dプリンターで加工した。3Dプリンターで造形したモデルからシリコン型を製作し、レジンを流し込んでキーホルダーを製作した。

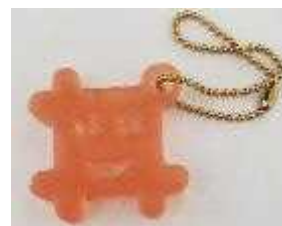
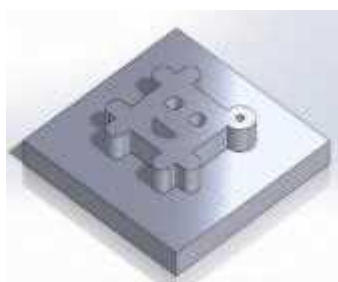


Fig. 8 3Dデータ → 3Dプリンタ → シリコン型からキーホルダー製作

【令和2年度の反省と課題】

3D プリンタは加工の技術がなくても短時間で成形できて便利であるが、押出方式の3D プリンタでは製品精度が悪く、肌も滑らかではない (Fig. 9)。そのためシリコン型 (Fig. 10) にもオス型の荒い面が残り、製品のキーホルダー (Fig. 11) も完成品としては望ましいものができなかった。肌の美しい製品を製作することが課題となった。そこで、MC ナイロンやアルミニウムといった加工しやすい素材をMCで削り、肌の美しい型を製作することを令和3年度への課題とした。



Fig. 9 オス型



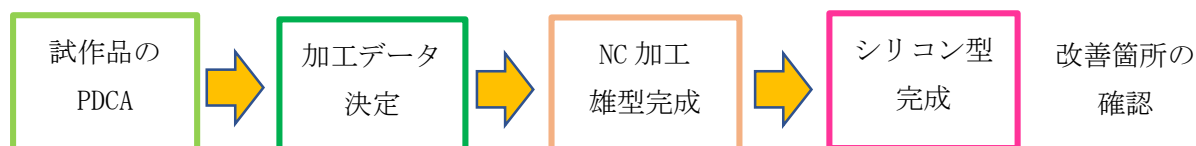
Fig. 10 シリコン型



Fig. 11 キーホルダー

4-1-2 今年度（令和3年度）の取組

（1）今年度の目標



昨年度は、3D プリンタにより型を製作したが面が荒く、細かい部分が表現できなかった。今年度は、NC 工作機械で型を製作し、面の美しい製品の完成を目指す。型の素材の選定については、加工しやすく加工時間がかからない素材として、機械工学科の実習でも使用する MC ナイロンを採用した。また、NC 工作機械による曲面形状の加工ができる力を身につけ、より依頼者の求める形状を実現できるように技術を磨いていく。

（2）CAD/CAM 技能講習（2回実施）

【協力企業】株式会社タクテックス様

【目 的】

3DCAD でデザイン案を表現できる技術を習得する

CAM で正しい加工データをつくる技術を習得する

- ・ 刃物の選択
- ・ 加工方法の選択
- ・ NC 加工ができない箇所の修正（細かすぎる部分）



Fig. 12 CAD/CAM 講習の様子

【CAM 講習から加工方法の再検討へ】

デザイン案は右図 (Fig. 13) のように細かい加工が必要な部分がある。デザイン案通りに加工するには問題点があることを企業の方から講習にてアドバイスをいただいた。

【NC 加工での問題点】

- ・製品自体が小さく細かなデザイン部分の加工が難しい
- ・細かい部分を加工する工具が高価である

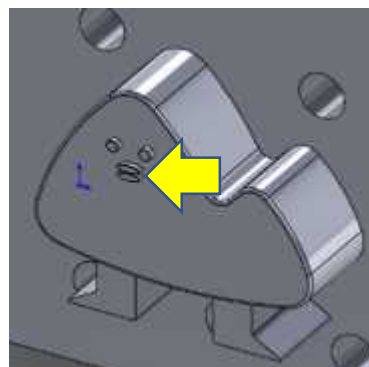


Fig. 13 加工が困難な部分



細部まで再現できる加工方法の再検討

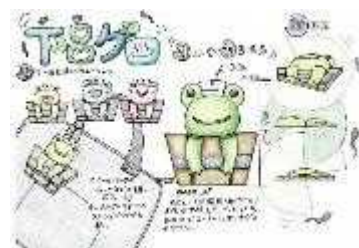
光造形 3D プリンタでの雄型製作に変更

【光造形式 3D プリンタの特徴】

- ・造形物の精度が高く、エッジの立った高精細で美しい造形ができる
- ・太陽光で硬化が進み、壊れやすくなる
- ・UV 硬化液体樹脂を使用するため、洗浄などの後処理に手間がかかる

(3) 著作権に関わる製品製作の許可

デザイン案の中に「鮎菓子」や「さるぼぼ」、「下呂温泉」をモチーフにしたものがあったので、著作権に触れないか確認が必要であった。インターネットで商標登録の状況を調べ、「鮎菓子普及協会」、「さるぼぼ協会」、「下呂温泉観光協会」に連絡し、製作の許可をいただいた。知的財産権に関する講習で学習していた内容であったので、実際に生徒が許可をいただく経験とすることができた。



(4) 光造形式 3D プリンタと押出方式 3D プリンタで製作した型の比較

押出方式の 3D プリンタの特徴として、高い耐久性や耐熱性を得やすいので、試作品や治具、簡易型の造形などに適している。反面、素材を溶かして積み上げていくため、積層痕が目立ちやすいというデメリットがあり、表面の滑らかさが求められる造形物の出力には向かない。

(Fig. 14) それに比べ、光造形式 3D プリンタでは細部まで再現でき、美しい面が実現できた。(Fig. 15)

【押出方式の3Dプリンタで製作した雄型とシリコン型】



Fig. 14 押出方式3Dプリンタで製作した雄型（左）、シリコン型（中）、製品（右）

【光造形式3Dプリンタで製作した雄型とシリコン型】

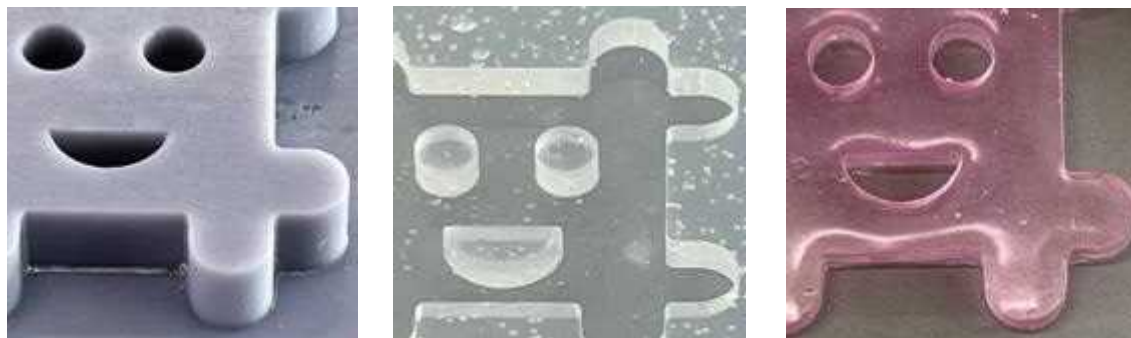


Fig. 15 光造形方式3Dプリンタで製作した雄型（左）、シリコン型（中）、製品（右）

4-2 化学技術工学科との連携による光る消しゴムの型製作

対象：電子機械工学科 3年生 課題研究金型製作班 1名

概要：化学技術工学科では、光る消しゴムづくりの体験学習を実施しており、市販のシリコン型を利用している。化学技術工学科からの依頼で、岐阜工業高校の校章の型を制作することとなった。使いやすい消しゴムの大きさを考え製作に取り組み、依頼通りの型の製作を目指す。



（1）デザイン案の考察から3Dモデルの製作

岐阜工業高校の校章マーク（Fig. 16）とGKマーク（Fig. 17）の2種類を提案し、化学技術工学科へどちらのマークを採用するか投げかけた。形状が簡単で岐阜工業高校とわかりやすいという理由で、校章マークを採用した。



Fig. 16 校章マーク



Fig. 17 GK マーク

(2) 3Dモデルの作成から3Dプリンタによる雄型の成形

校章マークを3Dモデル化し、3Dプリンタで雄型の試作を行った。使いやすい大きさを考えて厚みを15mmに設計した。試作品の雄型を化学技術工学科の先生に確認してもらい、改善案などをいただいた。改善案として厚みが大きすぎて、消しゴムを焼き固める際に固まりにくい可能性があり、厚みを7mmに改善することとした。



Fig. 18 3Dモデルの製作

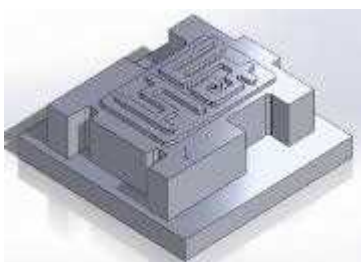


Fig. 19 雄型 (試作品)

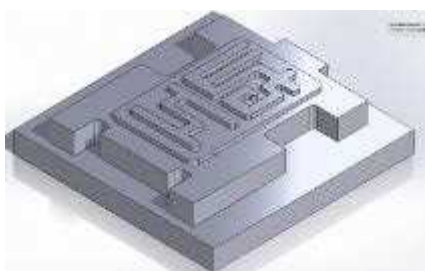


Fig. 20 厚みを7mmに変更した3Dモデル (左)、シリコン型 (中)、製品の消しゴム (右)

4-3 失敗から改善へ

(1) シリコンの配合ミスによる硬化不良

シリコンを硬化させるためにはシリコンと硬化剤を指定された比率で混ぜる必要がある。計量器を用いて正確に計測して混ぜ合わせたのが右図のように硬化不良をおこしてしまった。原因は冬場に作業したため標準硬化温度(23℃)に満たなかったためと考え、室温に気を付けて作業した。



Fig. 21 硬化不良

(2) 雄型土台部分の厚みの設計不良

光造形式3Dプリンタの素材はUVで硬化する液体レジンである。材料節約のため、土台を5mmの厚みで設計したが、シリコン型から取り外す際に土台が割れてしまった。何度も使用できるよう厚みは8mmに改善し、雄型の破損はなくなった。



Fig. 22 土台設計ミス

(3) 3Dプリンタの成形品の傾き不良

成形品はプラットフォームにつくられる。プラットフォームは二つのネジで固定されている。このネジの調整が甘いと、成形中にプラットフォームが傾き、成形品にも傾きが生じた。成形前にプラットフォームのネジを調整し、傾きの調整をすることで解決した。

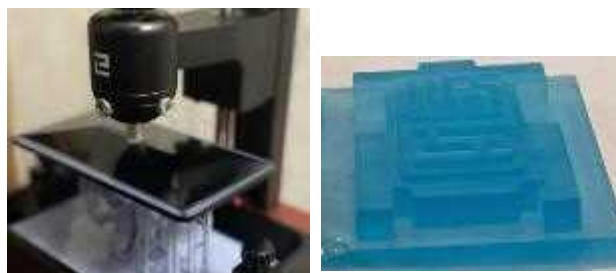


Fig. 23 成形品の傾き不良

(4) シリコン型への気泡混入

Fig. 24 のように雌型に雄型を重ね成形した際、大量の気泡が残ってしまった。気泡の抜け道が無いためである。型を入れる枠を Fig. 25 のようにすることで解決した。企業の方から気泡の発生しないシリコンの配合があるとアドバイスいただいたので、次年度以降の課題としたい。



Fig. 24 大量の気泡の混入



Fig. 25 気泡の混入を改善

(5) 令和3年度の反省と課題（オリジナルシリコン型製作班）

今年度の目標であった美しい面をもつシリコン型が完成できた。しかし、金型同様に雄型に合わせた雌型を作って成形したシリコン型には大量の気泡が残る課題が残った。企業の方からいただいたアドバイスを参考に、雄型と雌型を重ねた方法でも気泡が無く美しいシリコン型が成形できるよう改善をしていきたい。

4-4 射出成形金型の製作

(1) デザイン案の決定

電子機械工学科は、高校生活の3年間で学んできたことを活用して、4年前より金型の製作に取り組んできた。毎年、製作する際にテーマを決めて、そのテーマにちなんだ作品を製作してきた。また、製作した作品は、学校主催のイベントなどで配付をすることにより、地域の方々に少しでも「型」について興味や関心をもっていただけるように取り組んできた。そして、5年目となる今年度は、学校がある笠松町のシンボルで金型を製作することにした。スマホゲームや漫画で人気の「ウマ娘」のオグリキャップは、笠松が誇る名馬で多くの人たちに愛されてきたので、それをモチーフにした馬のキーホルダーを製作することにした。

(2) 地元企業からの講義「CAD/CAM 講習」(全2回)

課題研究にて金型製作に取り組む生徒に対して、企業の方から2回の講習をしていた。1回目はCAD/CAMの基本操作方法を説明していただいた。2回目は各自の作品について、加工前のCADデータが使用する工具と対応しているかの確認。また、加工手順や使用する工具の選択方法、個々で加工データ作成から加工シミュレーションまでをできるように講義していただいた。

期 日：令和3年7月8日(木) (1回目)

令和3年11月11日(木) (2回目)

対 象：電子機械工学科 3年生 12名

講 師：株式会社タクテックス 日榮 諒貴 氏
古田 智也 氏

概 要：「CAD/CAMの基本的な使い方」(1回目)

「CAMによる加工データの作成方法」(2回目)



Fig. 26 講義の様子

(3) 加工モデリングの作成

デザインしたものを実際に加工するためには、事前にモデリングを作成して形にする必要がある。今回は実習でも活用した「Solid Works」を使用した。製品の長さや厚み、エジェクタピンなどの位置を考えながらCADデータを作成した。また、製品に動きを出したかったので馬の尻尾が動く仕組みにした。

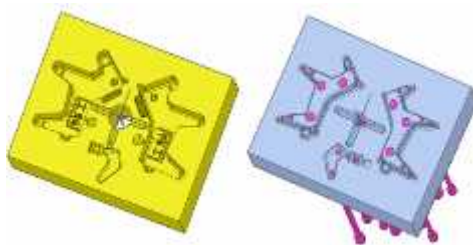


Fig. 27 モデリングデータ

(4) CAM データの作成

CAM による加工データの作成は Solid CAM を使用した。生徒の CAM 使用経験がなかったため、株式会社タクテックス様にご教示をいただき、加工データ作成の基礎を学んだ。昨年度までは、回転数、送り速度、切り込み量、工具長補正の意味や方法など専門的な部分を企業のアドバイスを受けながら行っていたが、経験年数を重ね教員の技術が向上したため、今年度は教員が主体で生徒と共に加工データの作成を実施することができた。

(5) 金型加工 (マシニングセンタ)

今回は実習でも使用したボール盤の他に、本校の MC (オークマ) を使用して加工を行った。株式会社タクテックス様の協力を仰ぎながら加工を行った。生徒はマシニングセンタを使うのが初めてであったため、一通り使い方を学んだあと、材料の特性や回転数などの加工条件なども学び、加工を行った。マシニングセンタで加工後、タップを使いねじ切りを行った。

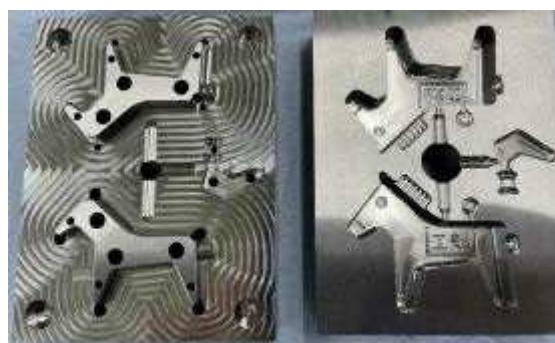


Fig. 28 可動側 (左) 固定側 (右)

(6) 組立作業

加工完了後、組立作業を行った。最初にポケット加工を行ったモールドベースに入れ子をいれ、モールドベースと入れ子の高さが揃っているかの確認作業を行った。高さが揃っているのを確認したら、押し出しピンやエジェクタプレートを取り付けなどを順に行なった。

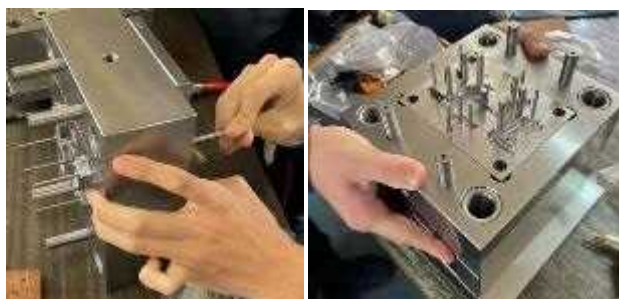


Fig. 29 組み立て作業の様子

(7) 磨き作業

組み立てた金型の動作確認後は、入れ子を外して入れ子の磨き作業を行った。磨きが不十分だと射出した製品に工具の跡が残り、製品の見栄えが悪くなるため、時間をかけて丁寧に行なった。



Fig. 30 磨き作業

(8) 射出成形

今年度も射出成形の場には立ち会うことはできなかったが、完成した製品を見て、イメージしたとおりの製品を作ることができて達成感を得ることができた。



Fig. 31 完成品

(9) 成果発表

今年度は、様々なイベントに参加し、成果を発表することができた。左の写真は国際たくみアカデミーで実施された工業高校生金型コンテストである。また中心はOKBふれあい会館での展示会のもので、右は航空宇宙博物館で実施されたイベントのものである。特に航空宇宙博物館では、子供たちも体験会に参加して組み立てや色塗りを行い、とても好評であった。製品の構造は、シンプルで、老人から子供まで簡単に作れるようになっている。



Fig. 32 金型コンテスト



Fig. 33 ふれあい会館での
展示



Fig. 34 航空宇宙博物館

(10) 反省と課題（金型製作班）

今年度は、昨年度以上に自分たちの力で行う作業を増やすことができた。特に、課題であったCAMやマシニングセンタにも多く触れることができ、スキルアップできた。どの工程でも、一人ひとりが役割をもち、責任をもって与えられた作業をすることで納得のいく製品を完成させることができた。また、ものづくりの一連の流れを自分たちの力でやり切ることの大変さや仲間との協力の大切さを改めて感じる事ができた。製作したキーホルダーは、今後地域の方々に配布し、少しでもお世話になっている笠松町に貢献したいと考えている。

5. 教員・外部講師・生徒による評価・意識調査

下表に「Table.3 ルーブリックによる評価指標」(航空機械工学科と同様)から教員・外部講師・生徒による評価を示す。

Table.3 教員・外部講師・生徒による評価 (電子機械工学科)

項目		理想的な到達レベル			標準的な到達レベル			未到達レベル		
評価者		教員	外部	生徒	教員	外部	生徒	教員	外部	生徒
C A D	R1	70%	60%	60%	30%	40%	40%	0%	0%	0%
	R2	73%	65%	65%	27%	35%	35%	0%	0%	0%
	R3	75%	65%	65%	25%	35%	35%	0%	0%	0%
C A M	R1	20%	10%	30%	80%	80%	70%	0%	10%	0%
	R2	25%	20%	35%	75%	80%	60%	0%	0%	5%
	R3	30%	25%	40%	70%	75%	60%	0%	0%	0%
M C	R1	20%	10%	30%	70%	70%	70%	10%	20%	0%
	R2	30%	20%	40%	70%	80%	60%	0%	0%	0%
	R3	40%	30%	50%	60%	70%	50%	0%	0%	0%
組立	R1	30%	20%	30%	70%	80%	70%	0%	0%	0%
	R2	40%	30%	35%	60%	70%	65%	0%	0%	0%
	R3	50%	30%	35%	50%	70%	65%	0%	0%	0%
射出	R1	50%	40%	60%	50%	60%	40%	0%	0%	0%
	R2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	R3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
全体を通して	R1	40%	30%	30%	60%	70%	70%	0%	0%	0%
	R2	42%	34%	44%	58%	66%	55%	0%	0%	1%
	R3	45%	35%	50%	55%	65%	50%	0%	0%	0%

Table. 4 金型製作に関わる以前の金型製作に関する意識調査（課題研究生徒 12 名）

金型産業について知っていることはありましたか？	ある	少しある	ほとんどない	ない
	8.3%	33.3%	58.4%	0%
金型産業に興味はありましたか？	ある	少しある	ほとんどない	ない
	16.7%	41.7%	41.6%	0%
金型産業への就職を考えていましたか？	強く考えている	考えている	あまり考えていない	全く考えていない
	0%	8.3%	58.3%	33.4%

Table. 5 金型製作を終えた後の金型製作に関する意識調査

金型製作の経験は役立ちましたか？	強くそう思う	そう思う	あまり思わない	思わない
	25%	66.7%	8.3%	0%
今から進路選択できるとして、金型産業で仕事がしたいですか？	強くそう思う	そう思う	あまり思わない	思わない
	0%	25%	75%	0%
金型製作で一番興味をもった作業は何ですか？	3DCAD	3Dプリンタ	機械加工	デザイン
	50%	16.7%	33.3%	0%
金型産業で働くならどの分野で働きたいですか？	3DCAD	金型設計	機械加工	デザイン
	75%	0%	25%	0%
今から進路選択できるとして、金型を学ぶため進学したいと思いますか？	強くそう思う	そう思う	あまり思わない	思わない
	8.3%	8.3%	66.7%	16.7%
授業で金型関係の講義が必要だと思いますか？	強くそう思う	そう思う	あまり思わない	思わない
	16.7%	66.6%	16.7%	0%
もっと金型について技術や知識を高めたいと思いますか？	強くそう思う	そう思う	あまり思わない	思わない
	16.7%	66.6%	16.7%	0%

【シリコン型、金型製作を終えて生徒の感想】

- ・シリコン型を1人1作品作ったので、自分の作った作品がデザイン案通りに出来上がったことが嬉しかった。
- ・自分の作る製品が著作権の侵害にならないように、許可を取る際、とても緊張したけど自分の説明で意図などが相手に伝わって実際に許可がもらえたのはとても勉強になったし嬉しかった。
- ・金型製作では、CADやCAMの作業が多くあって、自分はCADをする仕事に就く予定なのでとても自信につながった。
- ・株式会社タクテックス様からの講習を受けて、NC工作機械で何でも加工できるわけではないということがわかり、何を作るかで適した加工方法を選ぶことが大切だとわかった。そのために沢山の加工方法や技術や知識を知っていなければいけないと思った。

- ・同じ3Dプリンタでも、仕上がりが全然違うことに驚いた。
- ・金型製作では、少し誤差が出るだけでうまく組み立てることができないので加工する時はとても緊張した。回転数や切込み量の設定は難しくて先生や企業の方に教えてもらうことが多かったけれど、自分達でできるようになれば凄いなと思った。
- ・化学技術工学科の消しゴムの型を作って、実際に体験で自分の型が使われているのが凄く嬉しかった。使いやすさだけで最初は設計したけれど、作るときの機械のことや、出来上がるまでの時間のことも考えてものづくりをすることが必要なんだと改めてわかった。
- ・金型製作では仲間と協力して完成できてよかった。

6. 評価・効果

- ・シリコン型の製作の課題であった製品の肌の美しさを改善することができた。
- ・デザイン案通りにCADデータを完成させるために、授業で習ったことを応用したり、先生に質問するなど3DCADの技術を高めることができた。
- ・昨年度は3DCADの講習に時間を多く使い、CAMの作業時間が短かった。今年度はCAM作業を多く実施し、企業の方からの講習もCAM作業を多くしていただいた。昨年度に比べ、生徒自信が工具の選択や加工方法の選択をできるようになり、自身でできる作業を増やすことができた。
- ・今年度は化学技術工学科とも連携することができ、連携の幅を広げることができた。
- ・昨年度よりも、教員も経験を重ね、企業の方の力を借りなくてもできる作業が増えてきた。そのお陰で基本的な作業の講習は教員で実施し、より専門的な部分を企業の方からの講習時間に充てることができた。教員側も積極的に学び、生徒に還元できる技術や知識を増やしていくことが重要である。

7. 反省・改善

- ・今年度もコロナ禍で全ての計画が後ろ倒しになり、3Dプリンタによるシリコン型の製作はできたが、販売しているような製品クオリティに向けての改善までできなかった。
- ・NC加工を全員が経験し、使い方を理解するという目標であったが、光造形式3Dプリンタで雄型を製作することとなり、NC加工については金型製作班のみとなってしまった。次年度はMCナイロンなどの軟らかい素材で全員に加工の経験をさせたい。
- ・学科間交流ができるようになったが、学校外との連携には至っていないため、学校外との交流を深め、工業高校について興味をもってもらい機会を増やしていきたい。
- ・金型製作において昨年度よりも生徒自身で実施できる作業を増やすことができた。次年度は更に生徒自身ができる作業を増やしていきたい。

8. 結言

生徒に身につけさせたい力を設定することで、目標とした力を身につけさせることができた。しかしながら、多くの施設設備を最大限活用したものの、一部生徒のみの経験に留まったため、生徒全員が経験可能となるカリキュラム開発を実施していきたい。また、デザイン工学科との横断的な取組を実施することにより、これまで知り得ない分野について掘り下げた学びを実施することができ、電子機械としての分野を応用展開するきっかけとなったことから、次年度以降も様々な分野と協働した取組を実施したい。

第4次産業を担う人材育成(令和3年度年次報告)
「第4次産業に対応できるスキルをもった人材の育成方法の研究」

第3開発室

森下善行

橋本昭一

高坂武司

竹嶋大輝

小野満

山根理

Abstract :

Society5.0のコア技術は高度なITでありIoTである。第4次産業はこれらのコアテクノロジーに関わる新たな産業であり、AIの発達によって迎えるシンギュラリティのため、今まで考えられなかった業態の出現が予測されており、この予測に基づき対応可能な人材を育成する。

Key words :

Society5.0 第4次産業 マイコン シングルボードコンピュータ
グループウェア 組込みシステム ライセンス モバイル端末

1. 緒言

電子工学科では地域産業を担う第4次産業に対応できる人材育成として、ハードウェアからソフトウェアまで幅広く研究を行った。学科内に次の6つのプロジェクト(PJ)チームを設定し、各指導者がプロジェクトマネージャ(PM)、生徒がプロジェクトリーダー(PL)となった。

- 活躍の場を選ばない人材育成PJ
- 教室のIoT化に向けた設計と製品化を見据えた開発PJ
- 「プログラミング的思考」の定着のための外部基板製作PJ
- 感情認識ロボットのアプリ開発PJ
- 電気工事士資格取得PJ
- 笠松駅イルミネーション制作PJ

なお、PJは授業だけでなく特別活動や学科独自の取り組みとしても実施しており、複数の生徒が複数のPJに所属している。生徒の主体性や積極性を重視し、生徒自身が伸ばしたい力を向上できるように教職員がサポートをした。

2. ねらい

情報通信分野においては、仕様や図面をもとに正確な施工、加工、組立てができることが産業界から求められている。これにより生徒の知識及び技術の向上をねらった。さ

らに開発した製品について使用者目線に立って創造することにより、使い手の志向を分析し解決する力を育成する。2 年間の研究成果より、これらについてはおおむね育成できた。最終年度として生徒が主体的・協働的に取り組み、地域産業の魅力を再発見し地域産業を支える技術者としての態度の育成と、変化が著しい ICT 技術者としての必要スキル（各プロジェクト内のねらいとして記述）を身につけることを目標として掲げた。

3. 根拠・背景

情報通信分野では技術の進展が早く、技術に対応した人材育成が必要である。従前のカリキュラムに加え、第 4 次産業に対応できる人材育成の方法を検討した。電気理論や情報技術理論の基礎学力定着を第 1 段階とした。第 2 段階ではハードウェア開発である電子機器組立てのスキルアップを掲げ、地域の航空宇宙産業、自動車産業、精密機器産業が求めるニーズに対応した学習を行った。第 3 段階ではソフトウェア開発としてタブレットアプリ開発やシングルボードコンピュータ及びマイコンのプログラム開発を通して、生徒が協働的に取り組む態度を育成した。

これまで実施した地域産業界や本校卒業生を中心に講師に招いた講演会を継続実施するとともに、実習などの学習活動に積極的に ICT 機器を導入し、より実践的なスキルを身につけることを重点に置いた。

4. 研究内容

4-1 活躍の場を選ばない人材育成 PJ

4-1-1 ねらいと背景

情報社会から、**Society 5.0** へ界が大きく変化する中で、情報技術は生活から切り離せなくなっている。プログラミング的思考を養うため、2020 年にはプログラミング教育が小学校で必修化となった。また、あらゆるものの IoT 化が進んでおり、私たちの身近な家庭用電気製品であるテレビ、エアコン、冷蔵庫、スピーカーなどに IoT 技術を活用した「IoT 家電」がある。1 人 1 台タブレット PC の導入があり、子ども達にとって情報が基盤となっている。そのため、今後の社会を生き抜くために必要と考えられるプログラミング能力に加え、コンピュータの基本操作、Word、Excel、PowerPoint などのあらゆるアプリケーションを活用できる人材育成をめざす。

4-1-2 中間報告以降の変更点

コロナウイルス感染症の影響により、対面授業が減少したことから、中間報告での計画とは大きく変更を行った。ブラウザ上でプログラムコードの書き込み・実行ができる **paiza.io** ではなく、**Cmachine** を用いた。使用したアプリは、Word に限定し、PC に慣れるように、基本操作の確認をしながらプログラム作成を行った。そのため、プログラ

ミング能力、コンピュータの基本操作、Word、Excel、PowerPoint などのあらゆるアプリケーションの活用ができるようになることを目標としていたが、プログラミング能力、コンピュータの基本操作、Word のアプリケーションの活用ができるようになることを目標とする変更を行った。

4-1-3 実践

対象となる生徒は、1 年生 1 クラス（29 名）である。生徒の現状として、プログラミングを実際に行ったことがあると答えた生徒は 3 名程度であった。また、スマートフォンの普及により、PC を使わずにインターネットを利用できるため、PC にほとんど触れたことがない生徒が大多数であった。このことを踏まえ、課題を作成し実践した。



Fig 4-1-1 タブレットによるコーディング

4-1-4 プログラミング演習

授業では、C 言語のプログラムについての特徴を踏まえ、簡単なプログラムを実行した。基本的な関数や制御文ごとに、それを含む簡単なプログラムをノートに記載し、プログラムを実際にコーディングして実行する。ここでは、キーボード設定、タイピングを確認しながら行った。これにより、基本的な操作や基本的な関数、制御文を理解できていない生徒や、誤った理解をしている生徒を確認することができた。

4-1-5 Word を用いた演習

前述の授業で演習を行った後、実際にプログラムを考える演習を課題とした。これまでは、すでにコーディングされたプログラムを自分で入力し実行させた。本演習では、与えられた条件を満たすプログラムを一から考えてコーディングし、実行する形式となっている。本演習では、プログラムを考えることで、プログラム全体の理解を深めることを目的としている。ここで使用



Fig 4-1-2 使用した Word ファイル

した Word ファイルは、Fig 4-1-2 のようになっている。エラーとその原因を書き込むことで、同様のミスをなくすことをめざした。授業での演習で徐々にタイピングスピードが上がったことや、エラーが少なくなり、能力の向上が見られた。

4-1-6 評価と成果

プログラミング能力や、Word アプリケーションの活用能力が身についたかについて、生徒の自己評価を実施した。

Fig 4-1-3 より、プログラミング能力が向上したと答えた生徒は、81%となった。また、Fig 4-1-4 よりアプリケーションの力が身についたと答えた生徒が 81%となった。

一方、向上しなかった、理解が深まらなかったと回答する生徒がおり、アプリケーションの活用があまりできなかったことが要因であると考ええる。今後、反復練習や相談して取り組むとよりプログラミング能力が身につくのではないかという生徒の意見が得られた。

情報技術検定の過去問題の正答率からもプログラミング能力が向上したことが分かった。今回、1年生で研究を実施したが、生徒の意見である反復練習を行うために、プログラミングの基礎を学習している2年生での長期にわたる演習への変更を考えている。

4-1-7 研究の成果と今後の展開

今後、中間報告で述べたように、プログラムの作成に達成感を

もたせるため、電卓アプリを C 言語でコーディングし、最終的に自分で考えたプログラムを作成し、そのプレゼンテーションを行う。このようなプログラミングを主体とした系統立てた学習メソッドにより、プログラミング能力、コンピュータの基本操作、Word、Excel、PowerPoint などのあらゆるアプリケーションの活用をめざす。

プログラミング能力が向上したか

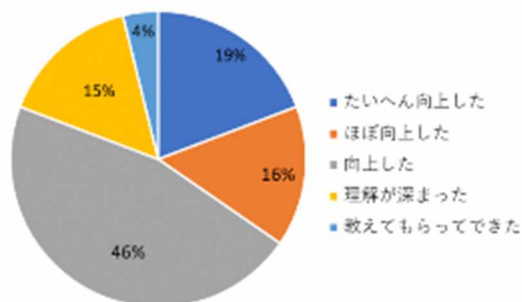


Fig 4-1-3 プログラミング能力の向上についての評価結果

Wordやプログラミングの力は身についたか

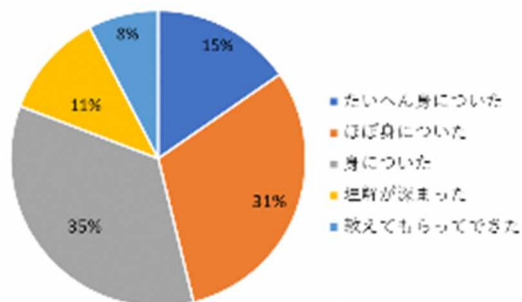


Fig 4-1-4 Word やプログラミングの力についての評価結果

- どのように練習するとプログラミングが身につくと思うか？
- ・反復練習
 - ・ひたすらやる
 - ・相談しながらプログラムを書く
 - ・教科書で学んだり、授業以外にも自分で取り組むことが大切だと思いました。
 - ・分からなくてもある程度自分で考えて本当に分からなかったら答えを見て直すのではなく理解する
 - ・ひたすらいろいろなプログラムをうつ
 - ・周りのひとにプログラミングの方法を教えてもらう。
 - ・どんな経路に何を勉強のかをききながらやると覚えれると思う
- など

Fig 4-1-5 プログラミング能力習得についての生徒の意見

4-2 教室の IoT 化に向けた設計と製品化を見据えた開発 PJ

4-2-1 取り組みのねらい

電子工学科では Fig 4-2-1 のように、電子技術、測定技術、組込み技術などを実習テーマとして取り入れている。1 年次は工業技術全般を学習し、学年が上がるにつれて深く、より実践的な学習を進める。

IoT や Society5.0 の実現に向けて、実習内容についても日々変化している。本 PJ では新たな実習を展開するにあたり、外部講師による指導や課題研究におけるプロトタイプ制作を通した新たな授業展開を研究した。

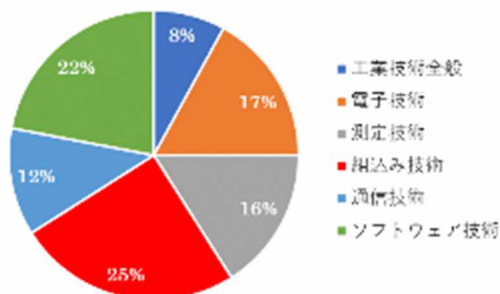


Fig 4-2-1 電子工学科における実習内容

4-2-2 外部講師による講演・実技指導

県内企業に勤める卒業生、アビオニクス技術者による講演や実技指導を行い、地域産業と高校とのつながりを学ぶことができた。

●空調ビル保全に関する講演

日時 6 月 18 日

講師 中央ビルテクノ (株)

●航空機ワイヤハーネス加工に関する講演

日時 6 月 22 日

講師 各務原航空機器 (株)

●情報通信産業に関する講演

日時 6 月 23 日

講師 和光通信 (株)

●アビオニクス技術に関する実技指導

日時 12 月 7 日からのべ 4 回

講師 勝野勲様 (ものづくりマイスター)



Fig 4-2-2 外部講師による講演

4-2-3 プロトタイプ制作を通した新たな実習展開

課題研究では実習で学んだ組込み技術を活かした教室の IoT 化に取り組んだ。企業における製品設計手法を取り入れ、製品化を見据えた手順で開発を進めた。

はじめに、普段生徒が使用している教室の課題についてブレインストーミングを行った。顧客である生徒が課題解決について意見を出し、KJ 法による分類を行った。

回路設計は個人で行い、デザインレビュー (DR) を各フェーズによって実施した。DR は授業時間中や放課後に行うことを基本としたが、Microsoft365 サービス内の Teams に

よる情報共有を心がけた。回路図やプログラムのデータ共有だけでなく、課題提案や課題解決案の展開に利用できた。

外部講師による講演では製造業における製品チェック体制について学ぶことができた。教室の生徒机にタブレット落下防止のために塩ビ板を設置した。その時にはお互いの加工工程について声を掛け合い、できばえを高める工夫ができていた。



Fig 4-2-3 ブレッドボードによる設計



Fig 4-2-4 Teams による情報共有

4-2-4 製品化を見据えた開発

上半期ではプロトタイプ制作を行ったが、下半期では製品化を見据えて基板加工機を使った加工や、保守性を高めたコーディングを行った。エンドユーザを意識したインターフェースを目指しDRを何度も繰り返した。

Fig 4-2-5 に示すように、当初計画に対する製品の完成度は必ずしも高いものではなかった。3 単位の課題研究の時間内や付随する放課後の活動だけでは、市販されているような製品まで完成度を高めることはできなかった。しかし市販されている製品の完成度の高さや、DRを重ねてブラッシュアップする手法については講演や実技指導、何よりものづくりを通して得ることができた。

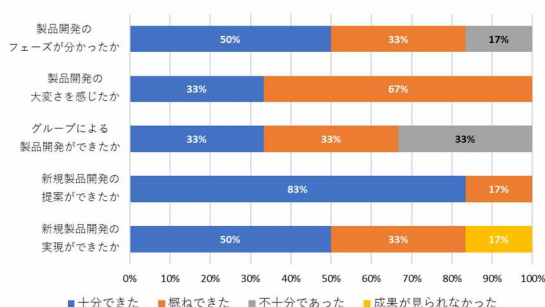


Fig 4-2-5 計画に対するできばえ評価

4-2-5 研究の成果と今後の展開

IoT が身近になった今、マイコンやネットワークを適切に選定するスキル、実習等で学んだデバイスをシームレスに接続するスキル、DRによりブラッシュアップするスキルが地域社会から求められていることが分かった。3年間の研究より、DRを通じた製品開発手法 DRBFM 実習、セキュリティ向上を目指した Wi-Fi 構築実習を立ち上げ、これらの技術を習得できた。

変化が著しい技術分野であるため、教職員がアンテナを高くし先端開発の実践、新規実習の立ち上げを今後も継続に行っていく必要がある。3年間の研究成果に満足せず、研究を継続していきたい。



Fig 4-2-6 Wi-Fi 構築実習

4-3 「プログラミング的思考」の定着のための外部基板製作 PJ

4-3-1 プロジェクトのねらい

2020 年度、日本で小学校でのプログラミング授業が必修化された。また、ICT 推進の社会的背景もあり、世界中で幼少期からプログラミング授業を学校教育に取り入れる国が増加している。そこで本校電子工学科ではその世界的なプログラミング教育の流れを取り入れるため、**micro:bit** を取り入れた実習を行っている。**micro:bit** は日本の小中学校でも導入されている学校があり、電気・電子工学科群 1 年生の生徒の約 30% の生徒が中学校までに **micro:bit** を使ってプログラミング授業をしたことがあると答えている。しかし、その半数以上が **micro:bit** 単体で使った事例が多く入出力端子を使用した事例はほとんどなかった。この入出力端子を使用することで **micro:bit** で様々なデバイスを制御でき、学校や生活にある身近なプログラミングを体感、体験できる。この研究は、**micro:bit** の入出力端子を活かすことができる様々なデバイスを搭載した外部基板を作成する。また、それを実習やイベントで使用し、反省や改善を繰り返し、より「プログラミング的思考」の定着を促す外部基板としていく過程を研究テーマとする。

4-3-2 制御デバイスの選定

電子工学科の実習で使用する外部基板ということを念頭において製作実習とプログラミング実習の両方にスキル向上が図れることに対応した基板にした。基板に搭載するデバイスを決める上で、「光る」「鳴る」を基本とすることにし、基本構成として LED、ブザーとした。また、グローブコネクタと 10 ピンコネクタを取りつけ、制御に汎用性をもたせた。半固定抵抗器を実装し、デジタル制御だけでなく、アナログ制御も可能とした。製作実習にも対応するため

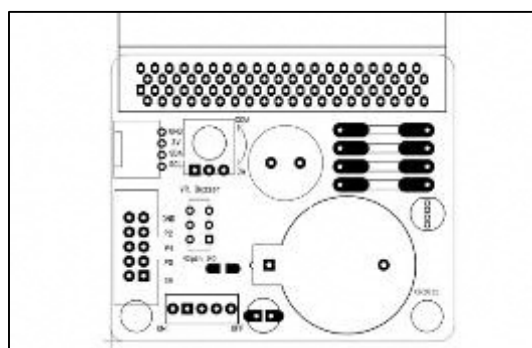


Fig 4-3-1 作成した基板

に、抵抗器の位置を工夫し、基板のシルク印刷で実装位置の間違いないような工夫も施した。抵抗はすべて挿入実装とはせず、チップ抵抗を配置することで、表面実装スキルの習得にも対応した。

4-3-3 実習やイベントで活用

電気電子工学科群 1 年生の実習 3 時間を 2 回、計 6 時間の実習で実際に電子機器組立て製作実習を行った。岐阜工業高校ものづくり見本市（岐阜かかみがはら航空中博物館）が行われ、電子工学科のブースで micro:bit を用いたプログラミング体験を開催し、そこで使う外部基板を設計、製作した。

製作実習をした生徒の感想や指導を行った教職員の意見は下記のとおりである。

【よかった意見・感想】

- ・ 抵抗器のランドが大きく、はんだづけしやすかった
- ・ 部品点数は適切な量であった
- ・ micro:bit を取りつけたときに一体感がある



Fig 4-3-2 製作実習の様子



Fig 4-3-3 ものづくり見本市での体験

【改善すべき点・不満点】

- ・ エッジコネクタもあり、はんだづけする場所が多く感じた
- ・ フルカラーLED のランドが小さく、はんだづけしづらい
- ・ 部品ととりつけ穴のピッチ（幅）が合わず、注文した部品が取り付けられなかった
- ・ スイッチが 3 ピンしか取り付けられず、すぐに外れてしまう

4-3-4 実施から改善へ

実習やイベントで明らかになった課題を改善した点は下記のとおりである。

- ・ フルカラーLED のランドが小さい
→ パターン設計時に使用していた部品のデータを改善し、丸型ランドから小判型ランドへ変更。十分にはんだづけできる面積を確保した。

- ・ 部品の実装穴のピッチが合わず、部品が取り付けられなかった

→ 10 ピンコネクタが該当部品であることがわかり、こちらもフルカラーLED 同様、部品データを改修し、実装穴径を 0.8mm から 1.0mm に変更した。

- ・ スイッチが 3 ピンしか取り付けられず、すぐに外れてしまう
- 実装部品を再選定し、5 ピンに変更。あわせて耐性を強化した。

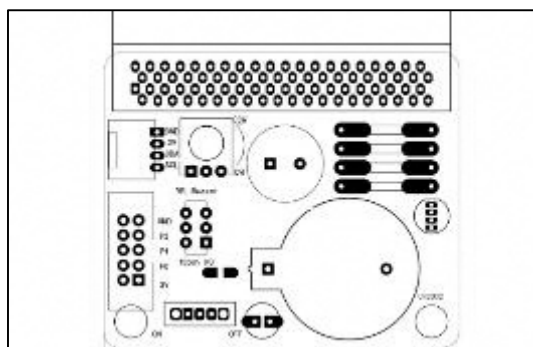


Fig 4-3-4 改善した基板

4-3-5 研究の成果と今後の展開

製作実習とイベントでいただいた意見をもとに改善した基板を作成した。今年度の製作実習では不具合があり LED が点灯しなかったり、スイッチが外れて制御実習に遅れが生じたりと不安要素があった。今後の製作実習では改善された基板を使用するため、これらの問題は解消されていくと見込まれる。

今後は micro:bit で制御できるデバイスを広げて、そこで「micro:bit でできること」を増やしていく。そして、そのノウハウをもとに中学校や小学校に micro:bit 単体だけではできない、あらゆるものを制御する、micro:bit 同士で通信をするという二つの柱の提案をしていく。本研究で行った基板作成や改善は教職員を中心に行ったが、それを教育にも役立てるために、来年度は生徒と密接に連携をとりながら改善し、機能拡張や新しいことへの提案を継続していきたい。

4-4 感情認識ロボットのアプリ開発 PJ

4-4-1 ねらいと背景

ロボットは、産業の発展に伴い「人の代わりに何等の作業を自律的にを行うことを目的」に開発・製造されてきた。また、作業内容が危険であり、人的に被害がでそうな作業を代わりにさせるために製造されている。

近年では、産業社会以外に医療・福祉分野に発展し、患者や高齢者の気持ちを癒すことのできるように人間の表情や声音などに適切な反応をするようにコントロールされたロボットも開発されている。それ以外に、サービス分野に進出し、接客業をこなすようになってきている。また、法人としての利用以外に、個人としての利



Fig 4-4-1 産業用ロボット

用もあり、家庭生活にも入り込んでいる状況にある。そのため、ロボットをどの場面で使用するかを考えて、その場面に見合うプログラミングをすることにより、役に立つロボットを制御することを目的としている。

4-4-2 プログラム開発の現状

近年は、コンピュータの発達やロボットの発達に伴う情報化社会となってきた。生徒たちは、ゲームを使用しているが、独自のゲームを自ら企画・開発してプログラムを制作する経験はなかなかない。

世界的に情報ネットワーク構築・セキュリティ対策・アプリケーション開発ができるプログラマーを育成するために、早くからプログラムを構築するアルゴリズムの学習を行った。

その一端として、小学生向けに情報教育で利用できる低コストのコンピュータが開発され、GUI を利用して簡単にプログラムが制作できる環境が整えられてきている。プログラミングツールもコンピュータにインストールすることなく、Web 上でプログラムツールを使用してプログラムを制作することが可能となり、プログラム開発環境の選択肢が多くなった。

これにより、早期からプログラム開発の基礎的学習をすることが可能となり、プログラマーの育成土壌が発展した。

プログラムを制作できるハードウェアについても、手のひらサイズのものから、膝に乗せて遊べるタイプ、人と同じ動作するタイプなどいろいろなものがあり、個人の能力と技能に応じて、制御対象を選択して制作を経験して技能を養うことができる環境となった。

4-4-3 制御プログラム学習の実践

生徒が社会に出たときにプログラムが制作できる人材として社会に貢献できるように育成が必要と考え、情報教育用に開発されたシングルボードコンピュータを利用して、アルゴリズムの学習からプログラム開発まで学習を実施した。

基本的な機能を利用して目的とする問題に即したアルゴリズムの考え方やアルゴリズムに即したプログラムの開発をすることにより、プログラミングの考え方を学習させた。



Fig 4-4-2 シングルボード
コンピュータ micro:bit



Fig 4-4-3 学習風景

しかし、シングルボードコンピュータに基本的な機能のみの学習では、プログラム学習の内容として不足していると思われた。そのため、シングルボードコンピュータ用に外部接続機器を作成し、基本機能以外に外部接続した入出力機器を用いて、より高度なプログラム開発の学習をした。

また、外部接続機器だけでは、本格的な制御プログラミング学習ができないため、広く活用されている感情認識ロボット「Pepper」を利用して実際のロボット制御プログラムの学習を行った。

さらに、本格的なプログラムの学習のために、外部講師（白木 勇佑氏（株）電算システム）を招き、生徒がわからないところを指導していただきながら、ユーザー目線に即した効率の良いプログラミング方法を指導していただいた。生徒は、今まで学習してきたプログラム開発の手法を基にして、ロボット制御プログラムを制作した。



Fig 4-4-4 外部講師による指導

4-4-4 研究の成果と今後の展開

生徒は、今まで座学でプログラムの考え方やアルゴリズムの考え方、実践として外部制御機器や感情認識ロボットのプログラム学習を実施して、実際の制御プログラム方法を学習した。

実機を使用した学習をすることにより、プログラムの作成能力が 38%向上した。外部講師の白木氏に指導していただくことにより、企業エンジニアとしてのプログラムの制作の方法を学習でき、今後の制御プログラムの作成をするのに寄与するところが大いと考ええる。

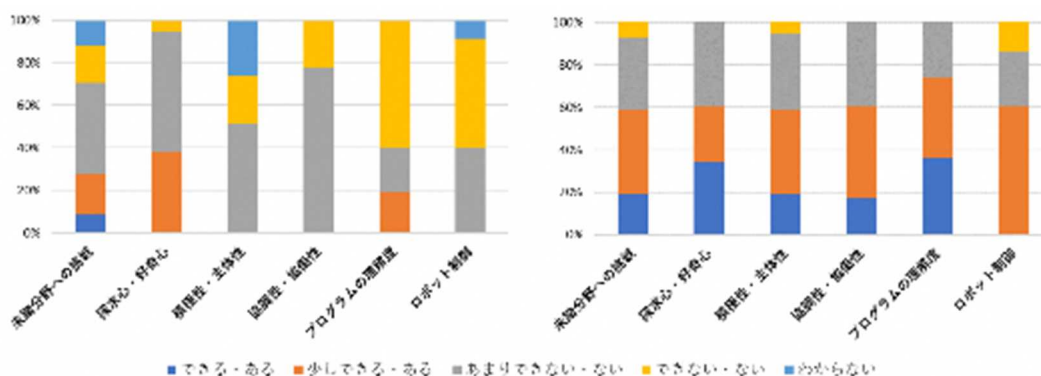


Fig 4-4-5 取組前（左）と取組後（右）の自己評価比較

（写真出典：KUKA Systems GmbH）

4-5 電気工事士資格取得 PJ

4-5-1 取組のねらいと背景

昨今、さまざまな社会的要因を背景として、電気工事業界全体に強い追い風が吹いている。環境意識の高まりによる、太陽光発電などのエコ製品の普及をはじめ、電気自動車の拡大に伴う充電施設の増加、オール電化、すべての家電を IoT 化した「スマートハウス」など、新しいトピックスには事を欠かない。さらには、電力の流れを供給側・需要側の双方から制御する次世代送電網、「スマートグリッド構想」も、業界の垣根を超えて盛んに議論されている。これらのどれも、電気工事抜きには実現できないものばかりであり、電気工事士は、その仕事の幅が現在進行形で拡大し続けているのが現状である。そのような中、電気工事士の資格取得を通して、最先端技術に対応できる技術力、思考力を身につけ、地域に貢献できる人材育成をめざす。

4-5-2 実践

電子工学科では、2 年生以降電気工事に関する実習を実施していない。そのため筆記試験に必要な知識をより早く定着化するため配線図問題を活用し、複線図化、配線器具、施工方法、工具使用方法など、技能試験の練習と同時進行させることで、生徒が電気工事を身近に捉え、参考書で覚えるよりも早く知識を身につけることができると考え実施した。

4-5-3 筆記知識の定着

過去の筆記試験問題を繰り返し解くことを中心に行った。しかし、解くだけでは、生徒自身が理解できている部分、理解できていない部分の把握ができない。そのため、Fig 4-5-1 の判別欄付解答シートを作成し、問題を解く際の判別欄に、回答に自信のある場合は無記入、迷いがある場合は迷った記号全てに“△”、全く分からない場合は“×”を記入しながら実施した。これにより生徒は採点后、全て“×”、迷いがあり“△”の場合は勉強不足だと分かるようになった。また、迷った“△”以外が正解、無記入でありながら間違えてしまった問題は、生徒が間違った理解をしている。その部分を探し出すことができた。これにより重点的に見直すべき箇所が把握できるようになったことは大きな成果になった。

4	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
5	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
6	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
7	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
8	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
9	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
10	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
11	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
12	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
13	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
14	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
15	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
16	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
17	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ
18	イ	ロ	ハ	ニ	イ	ロ	ハ	ニ

Fig 4-5-1 判別欄付解答シート

4-5-4 技能技術の定着

技能試験は、事前に候補問題（第一種：10 課題、第二種：13 課題）から 1 問出題され

る。その中で、施工条件、接続器具、ジョイント数等が多く、複線図化、施工手順、配線確認に時間を要する候補問題（第一種：No.1、第二種：No.7）を中心に練習を実施した。練習にあたり各種別に「単位作業時間記録表」を作成し、作業工程、工程別確認事項を確認し、作業時間推移の振り返りができるよう工程ごとに作業時間を記入しながら行った。

Fig 4-5-2 から分かるように、生徒たちは技能練習を始めた当初に比べ、複線図の考え方、ケーブル被覆剥ぎ、電線接続、配線器具接続など技術向上が見られた。最終的に各作業工程における時間短縮方法を生徒自身で考え、見出す力がついたことは大きな自信と成果に繋がった。

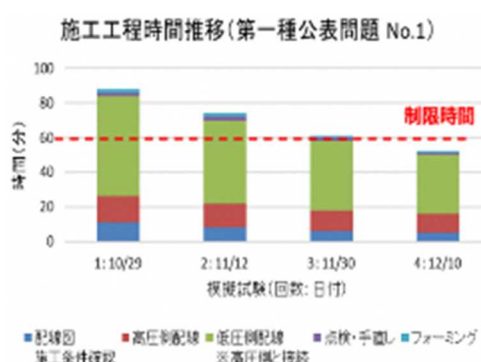


Fig 4-5-2 施工工程時間推移

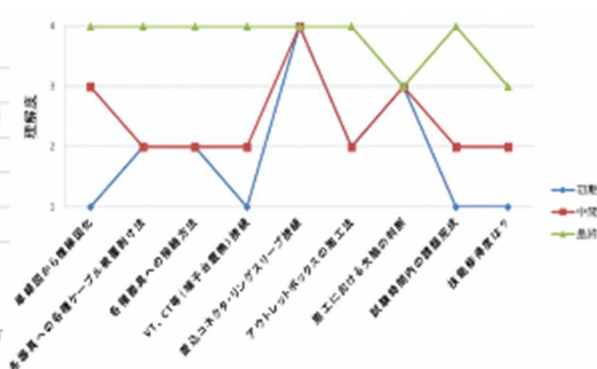


Fig 4-5-3 理解度推移

4-5-5 トラブルシューティングと欠陥判断

技能試験において、配線図から施工に必要なケーブル種類、長さを計算し施工する。しかし慣れてくると確認不足等により、違うケーブルを違う長さに切断し取り返しのつかない状況に陥る。そのような時、落ち着いて対処できるよう生徒に伝達せず、各ケーブルを短くした状態で支給し練習を実施した。



Fig 4-5-4 トラブルシューティング課題

施工条件は「配線図の長さに対し 50% 以上」である。各自施工基準寸法にするにはどうすればよいかを工夫を凝らし取り組んだ。生徒は不測の事態に対し、どう対処すればよいかということをいろいろな角度から考え、対応できるようになり適応力が身についた。欠陥判断に関しては、Microsoft365 サービスの Forms を利用して問題を作成し、Outlook にて Forms のリンクを貼り付けたメールを配信し、各自時間のある時に自主学習できるようにした。これにより欠陥基準への理解を大幅に深めることができた。

4-5-6 研究の成果と今後の展開

第二種電気工事技能向上、地域産業と高校とのつながりの学習を含め、県内企業に勤める卒業生に指導をしていただいた。実際の電気工事での体験談を聞き、施工において重要視する点を学ぶことができた。

Fig 4-5-5 より外部指導者から見た生徒の理解度

と生徒自身の理解度を比較すると若干自信過剰の部分はあったが、指導後の技能技術の理解度は格段に上昇した。今後は、実践的な実習を計画し、今回培った技能を生かせる場を提供していく。

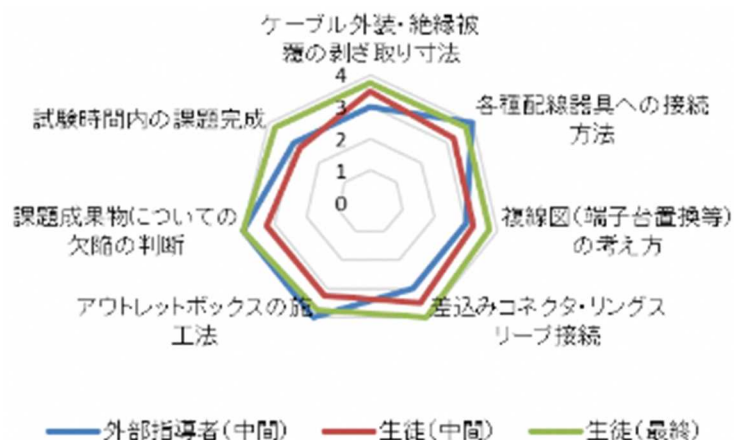


Fig 4-5-5 外部指導者と生徒の理解度比較

4-6 笠松駅イルミネーション制作 PJ

4-6-1 取組のねらい

笠松駅にイルミネーションで装飾して笠松町を PR し、笠松駅への「おもてなしの心」につなげる。今年度は、世代を超えて多くの人と関わり、小学生のデザイン案を参考に検討し、笠松町民の評価もいただき、地域のきずな、笠松というまちへの愛着を深めることがねらいである。地域住民にもイルミネーションの意見を聞いて制作する。



Fig 4-6-1 笠松駅長への挨拶

4-6-2 笠松駅と観光案内所への挨拶

イルミネーションを設置する名鉄笠松駅に足を運び、笠松駅の駅長と「ふらっと笠松」という観光案内所に挨拶をした。生徒達は、イルミネーション制作への意気込みを話していた。



Fig 4-6-2 観光案内所への挨拶

笠松町子ども会育成協議会（以下、子ども会）の役員 2 名、笠松町役場の方の合計 3 名で第 1 回の打ち合わせを実施した。自己紹介の後、どのような思いで今年のイルミネーション制作をするのかを伝えた。生徒は、言葉を選びながら、自分の気持ちを話していた。



Fig 4-6-3 子ども会との打合せ

4-6-3 デザイン案の受け取り

笠松町の 3 つの小学校の 5 年生インリーダー生(子ども会における次年度のリーダー)に「笠松駅をどんなイルミネーションで飾りたいか」とアイデアを募集した。子ども会の役員から、インリーダー生が考案したデザインを受け取った。コロナ禍で、心の支えになるような作品や東京オリンピックに関係したものが多かった。

具体的には、ソーシャルディスタンス、動くイルミネーション、2020 年に流行したアニメ、笠松競馬場のキャラクターなど様々なものがあつた。生徒は、画用紙に描かれたデザインを LED で表現することの難しさを痛感していた。

子ども会の会長からの「なにか大人たちが手伝えることがあったら言ってください」という言葉にとっても感謝していた。制作するデザイン案は、プレゼンを作成し、10 月上旬に笠松町役場において企画発表会で紹介した。



Fig 4-6-4 デザイン案の披露

4-6-4 企画発表会

児童たちのデザイン案を基に、構想を練った経緯を説明し、新聞記者から取材を受け、「授業で学んだことを生かし複雑な点滅パターンも作れる。昨年より良いものを制作できた」と意気込んでいた。工夫や努力する気持ちをもてるようになった。

4-6-5 点灯式

「笠松に現れる四季折々の世界」のテーマで、点灯式では、カウントダウン後点灯すると、参加者から拍手が湧いた。点灯式では、「コロナ禍で多くの町内行事が中止されたので、イルミネーションで笠松の良さを盛り込んだ。自分たちの 3 年間の集大成として制作した」と語っていた。満足できる制作ができ、地域貢献できたと考える。

4-6-6 制作前後の外部の評価

今回は、地域貢献として笠松の良さについて、イルミネーション制作を通して、笠松町民への気遣いや心配りが必要となり、小学生を含め参加する皆さんが喜んでいただけるものが制作できた。

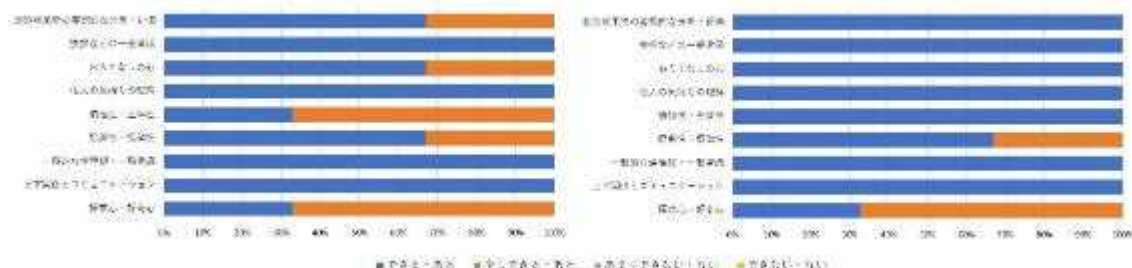


Fig 4-6-5 制作前（左）と制作後（右）の外部評価比較

4-6-7 研究の成果と今後の展開

子ども会役員との関わりが少なかったが、制作を通して地域の方との協力の大切さを知り、笠松町への愛着が湧き、地域貢献できたと考える。

制作後、笠松駅で QR コードによるアンケートで地域の方にイルミネーションの意見を聞いた。95%が「感動した」、「笠松らしさが出ているイルミネーション」と回答していただいた。「わかりやすく伝えたい言葉（文字）などをイルミネーションにする」という具体的な意見もあり、今後のイルミネーション制作で取り入れていきたい。

5. 学科の取り組み全体の成果と評価

各 PJ においてねらいを定め、外部講師やカリキュラムの精査及び実習内容の再構築を行った。研究 2 年目、最終年度は授業日数や活動時間が制限される中、真に求められるスキルを精選して向上させるよう工夫した。

生徒は電子工学科で学んだことを基礎にし、3 年時に進路選択をしていく。地域産業の担い手として各 PJ 内において目標を達成するように活動をした。電子工学科卒業生の就業地域別、進路別の進路状況は Fig 5-1 のとおりである。本事業指定前（2019 年 3 月卒業）と比較し、2021 年 3 月卒業生は県内就職が 4 ポイント向上している。しかし 2022 年 3 月卒業予定者では本事業指定前とほぼ同水準であった。



Fig 5-1 電子工学科過去 4 年間の進路状況

生徒にヒアリングした結果、「地域＝岐阜県内」という認識は少なく、「地域＝通勤圏内」という認識が多かった。本校は名鉄名古屋本線沿線にあり、笠松駅から名鉄名古屋駅まで 30 分程度で通勤ができる。さらに一宮市、稲沢市をはじめとした尾張地域には電機メーカーが多く立地しており、木曽川を隔てた岐阜県から多くの卒業生が通勤している。そのような観点から進路状況を分類すると、90%以上の生徒が通勤圏内の企業に就業しており、地元を支えているといえる。

Fig 5-2 は就職者に対する就業場所の割合である。各務原市を中心とした航空宇宙産業、地元密着の電気通信産業への就業者が多く、例年 70%程度の生徒が県内企業に就業している。



Fig 5-2 就職者に対する就業場所内訳

本事業では県内企業へ就業した卒業生の講演会を何度か行った。なかなか企業見学に伺うことができない状況であったが、講演会を通して企業の取り組みや仕事に対する意識、製品の品質の高さを学ぶことができた。その結果例年多くの生徒が岐阜県内の企業に就業していることが分かった。

6. 3年間の成果と今後の展開

本研究を通し、生徒が主体性をもって各PJに取り組んだ。前述したように第4次産業に対応できる人材育成のための技術は日々進歩しており、それに必要な学習カリキュラムも変化する。

1年は電気・電子工学科群での実習3単位と工業技術基礎2単位を実施しており、学科群として基礎基本の定着を図っている。学科に分かれてからは、2年3単位、3年3単位、合計6単位の実習を行っている。実習テーマは技術の進歩

や生徒の状況等により毎年見直しを行っている。Fig 5-3 は2年、3年における新規実習テーマの割合（赤矢印部分）を示したものである。本事業で第4次産業に対応できる人材を育成するための実習テーマを新規立ち上げするだけでなく、PDCAを回しながら授

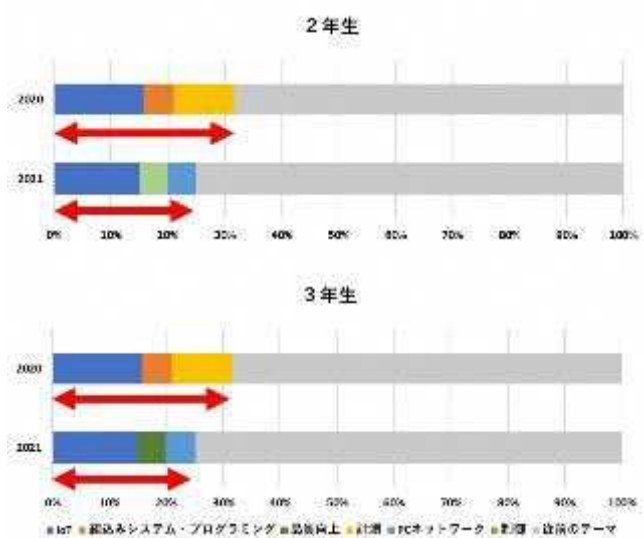


Fig 5-3 新規実習テーマの割合

業を展開した。新規テーマの内訳を見て分かるように、IoT 分野の新規立ち上げが多い。IoT 分野の実習には前述した **micro:bit** や **RaspberryPI** などのシングルボードコンピュータによる制御が目立った。製品の製造現場でこれらの機器が活用されており、実習でもこれらの機器を使った開発を行った。

一方、新規立ち上げに伴い削減された実習テーマも存在する。IoT やコンピュータ実習に比べると計測実習は基礎理論を身につける内容が多く、生徒にとってはあまり「おもしろくない」実習である。削減された実習には計測実習が多いが、**micro:bit** や組み込みシステムの実習と計測実習を組み合わせ、再編成したものもある。例えば PWM の波形測定実習では、従前は FG による出力とオシロスコープによる観測を行っていた。FG の代わりに **micro:bit** を使って PWM 波形を出力させたり、PIC マイコンの CCP 機能により PWM 波形を生成することにより、「測定する実習」が「シングルボードコンピュータで波形を出力する実習」に代わり、生徒はより主体性をもって取り組んでいた。

社会情勢の変化から、オンライン需要やテレワーク推進の機運も高まり、まさに第 4 次産業に対応できる人材が求められている。電子工学科では今後も積極的に IoT に対応する実習を新規開発し、導入していきたい。そのなかで基礎理論は最も重要な内容であるため、決して疎かにせず生徒が主体性をもって学べる内容へとブラッシュアップしていく。

7. 結言

第 4 次産業は未踏分野であり、刻々とその定義も変化しつつある。さらに企業や上級学校から求められるニーズも多様化しているため、地域産業の動向を見ながら指導内容を精査していかなければならない。これまでの研究実績と課題を生かし、今後の研究を進めていきたい。

地域産業を担う人材育成(令和3年度 年度末報告)
「建設業の ICT 化における基礎から応用までの技能の向上と、教材開発の研究」

第1開発室 伊田賢二 坂井田志穂 辻藍 細川嘉英 松野雅充
澤田一海 大野博仁 栗原剛士

Abstract :

「製造業」、「第4次産業」、「建設業」において地域産業から求められる資質・能力の育成を目指す教育を実践することにより、地域や地域産業の発展に寄与できる人材の育成を行うとともに、離職率の低下を目指す。

Key words :

BIM 2級建築士 現場見学会 ものづくりマイスター

1. 緒言

本校の建設工学科は土木類型と建築類型に分かれており、本研究は建築類型の生徒を中心とし、学科全体で行った。

建設業における ICT 化に対応できる人材育成として、基礎から応用までの技能向上が必要との考えから、2級建築士図面講座・ものづくりマイスターによる大工技能講座・BIMの教材開発を行うよう研究を進めてきたが、新型コロナウイルス感染拡大の影響から、本年度はものづくりマイスターによる大工技能講座を断念することとした。

BIMについては、岐阜県内で建築系学科のある工業高校5校を対象としてスマート専門高校整備事業により BIM ソフトに対応した高性能パソコン設備が導入され、本研究後の BIM 教育を令和4年度より授業展開できることとなった。本研究開始当初と比較すると大手ゼネコンから地方の建設業界にまで BIM 導入の必要性が高まり、各団体で講習会等の活動が広がっている。

2級建築士講座については、昨年度の新型コロナウイルス感染拡大防止のための休校で実施を断念した発展課題を行うこととし基礎から応用までの技術の習得を目指した。

建設業協会をはじめとする地元企業と連携し、多くの講習会・現場見学会を行い、実際の現場や新しい技術に触れることで建設業への理解を深めたいところだが、新型コロナウイルスの影響による見学会等の実施が不透明なことから、状況に対応し活動を行った。

各研究とも、これまでに研究した基礎技術の定着とともに習得した技術の発展・応用についても深めていくことで、地元建設業への就職率の向上と、技術力を活かし主体的に活躍できる人材育成を目指した。

2. 研究内容(実施した事業内容)

2-1 BIM の技術習得と発展応用

BIM ソフト ARCHICAD による図面作成を通じ、BIM の基本と応用技術を習得した。
地元設計事務所で BIM を導入している(有)ボイスから講師を招き、技術指導を受けた。

1 年目

- ①使用ソフトの選定とインストール
- ②マニュアルの習得
- ③教科書の製図例による演習
- ④自己設計や建築雑誌を利用したの演習
- ⑤成果発表

2 年目

- ①基本操作方法の習得
- ②製図例、自己設計による演習
- ③外部講師による講習
- ④成果発表

3 年目

- ①基本操作方法の習得
- ②各テーマの活動
 - A. 実習等で使用できる ARCHICAD オリジナル教材の製作
 - B. ARCHICAD 作成データを VR に発展する技術の研究と習得
 - C. 研究技術を応用した地域貢献の模索
- ③成果発表

2-2 2 級建築士図面講座による作図技術の習得

高校在学中に 2 級建築士受験についての意識を高めることで、基礎的な知識・技術の向上と専門分野に対する学習意欲の向上をねらいとし、株式会社建築資料研究社日建学院と連携し、2 級建築士試験の図面課題作成について 2 年生で基礎技術の習得、3 年生で発展課題に取り組んだ。

2-2-1 基礎技術の習得

1 年目

- ・建設工学科建築類型 2 年生 23 名を対象とした 1 回 2 時間の講座を全 7 回 14 時間

2 年目

- ・建設工学科建築類型 2 年生 19 名を対象とした 1 回 2 時間の講座を全 9 回 18 時間

3 年目

- ・建設工学科建築類型 2 年生 23 名を対象とした 1 回 2 時間の講座を全 8 回 16 時間

2-2-2 発展課題の取組

- ・建設工学科建築類型 3 年生 19 名を対象とした 1 回 2 時間の講座を全 5 回 10 時間

2-3 現場見学会・各種講習会による建設業への理解

建設業界は ICT 化を進めており、技術は日々進化している。生徒たちが最新の技術に触れ、実際の現場を見学することで現場の醍醐味を感じ、そこで働く人の話を聞くことで建設業への理解を深めることをねらいとし、地元企業や建設業協会の協力を得て、現場見学会・講習会を行った。

2-4 ものづくりマイスターによる大工技能講習

建築教育の基礎である木材加工における知識と技能の向上をねらいとし、岐阜県職業能力開発協会による「若年技能者人材育成支援等事業」において、ものづくりマイスターを派遣していただき、木材加工の実技指導講習会を実施した。

1 年目

建設工学科建築類型 4 名を対象とした 1 回 2 時間及び 3 時間の講座を全 9 回 20 時間
工業高校生ものづくりコンテスト木材加工部門への参加

2 年目

建設工学科建築類型 2 名を対象とした 1 回 2 時間の講座を全 10 回 20 時間
工業高校生ものづくりコンテスト木材加工部門への参加

3 年目

工業高校生ものづくりコンテスト木材加工部門への参加

3. 結果

3-1 BIM の技術習得と発展応用

3-1-1 使用ソフトの選定

BIM の研究を行うにあたり、代表格のソフトである BIM の代表的なソフトである Graphisoft 社「ArchiCAD」と Autodesk 社「Revit」について検討を行った。それぞれに特徴があり高価なソフトであるが、どちらも教育向け無償ソフトウェアとして無料で利用することができる。比較的初心者が扱いやすいという点と周囲の建築設計事務所で採用されていることから ArchiCAD 教育版を使用することにした。

3-1-2 基本操作と技術の習得

ArchiCAD には「magic」という基本操作マニュアルがあり講習会が行われているが、コロナ禍になり講習会が行われにくくなったなどの理由から、Graphisoft 社から YouTube に「magic」のマニュアル動画がアップされた。1 年目の基本操作の習得は紙のマニュアルを解読しながら行っていたが、これにより、2 年目から生徒たちは各自のスマートフォンでこの動画を視聴しながら基本操作の習得を行うことができ大幅に時間短縮ができた。

基本操作の習得後は、各自が製図教科書や建築雑誌及び自己設計などから課題設定を行い ArchiCAD による図面作成に取り組んだ。また、地元建築設計事務所で早くから ArchiCAD を導入している(有)ボイスより講師を招き、技術指導や技術の応用について教えていただいた。その中で、ArchiCAD と VR の連動に着目し、3 年目へ発展応用させること

を考えた。



Fig. 1 BIM 講習の様子



Fig. 2 VR 作図の様子

3-1-3 BIM 技術の発展と応用

A. 実習等で使用できる ARCHICAD オリジナル教材の製作

これまで手がきの模写が中心で行われてきた製図の授業で、BIM の学習ができるようにマニュアルの作成に取り組んだ。

B. ARCHICAD 作成データを VR に発展する技術の研究と習得

ArchiCAD で作図した BIM モデルをビジュアライゼーションソフト Twinmotion で、よりリアルに表現し、岐阜工業高校校舎や実習室の中を VR 体験できるようにした。また、新しく BIM 設備が入る実習室を作成することで、室内の配置や装飾など VR でシュミレーションできるようにした。

C. 研究技術を応用した地域貢献の模索

地域にある歴史的な建築物を BIM モデルで再現しビジュアル化することで、PR のコンテンツとして提供してはどうかと考えた。

笠松町内にあり、地域住民にイベントなどで利用されている築 120 年以上になる「杉山邸」を再現し、PR 以外にもイベント等の打ち合わせで空間のイメージを伝える際にも役立ててもらえるのではと考え作成した。



Fig. 3 VR 体験の様子



Fig. 4 実習室のシュミレーション

3-1-4 成果発表

建設工学科内の課題研究発表会、本校ものづくり教育プラザで行われた生徒研究発表会、かかみがはら航空宇宙博物館で行われた見本市で発表と体験を行い、多くの方に VR 体験をしていただいた。また、来年度から始まる BIM 実習について後輩に伝えることができた。



Fig. 5 生徒研究発表会



Fig. 6 見本市の様子

3-2 2級建築士図面講座による作図技術の習得

3-2-1 基礎技術の習得

基礎技術の習得にあたり、建築士の仕事内容と建築士試験の概要の説明を受け、建設業における2級建築士の必要性について理解を深めた。

その後、木構造設計の基本的な考え方、エスキスの基本、2級建築士製図試験の過去問題を利用した演習および個別指導の講義を受けた。



Fig. 7 図面講座



Fig. 8 個別指導

3-2-2 発展課題の取り組み

基礎技術で習得したエスキスを発展課題として1階平面図兼配置図、2階平面図、立面図、2階床伏図兼小屋伏図、矩計図に作図する講義を受けた。基本的な作図方法、時間内に仕上げるためのポイントなど、より実践的な作図の方法を学ぶことができた。

3-2-3 アンケート結果

講座終了後、基礎講座を受講した2年生23名、発展課題講座を受講した3年生19名に

対しアンケートを行った。

●2年生（基礎講座）アンケート結果

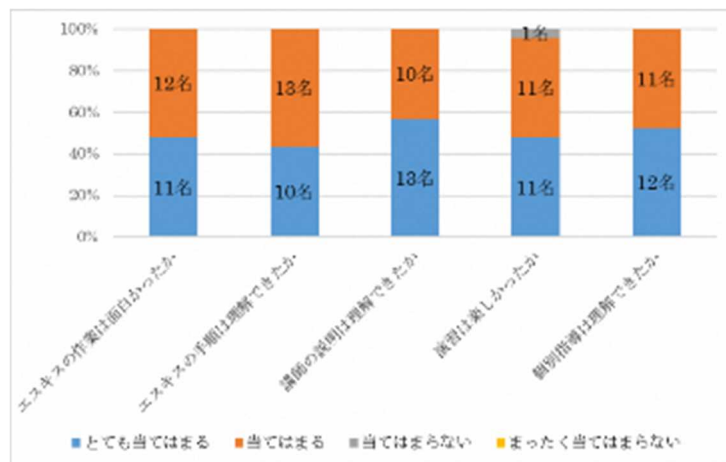


Fig. 9 図面講座に関するアンケート結果

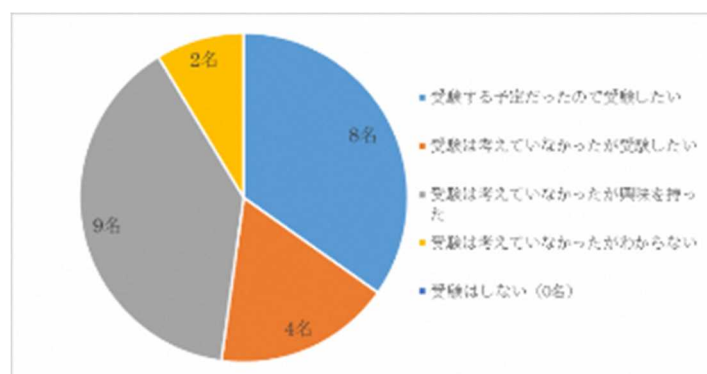


Fig. 10 建築士受験に関するアンケート結果

●3年生（発展講座）アンケート結果

受講により2級建築士試験について理解できたかの問いに対し、全員が「理解できた」と回答した。

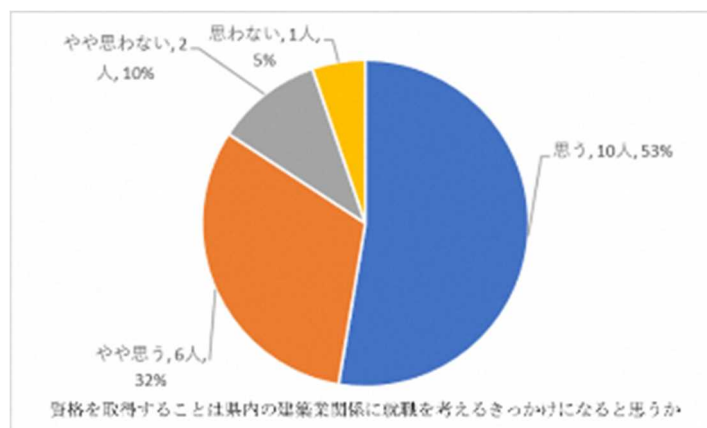


Fig. 11 資格と就業に関するアンケート結果

3-3 現場見学会・各種講習会による建設業への理解

現場見学会・各種講習会については、コロナ禍の影響で多くの会が中止となったが、校内で実施できる講習会を増やし、感染者数が落ち着いた時期に見学会を行うなどできる限りの対応をした。

現場見学及び各種講習会	実施期間（令和元年6月～令和3年12月31日）										
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
令和元年度			2回	2回	3回		2回		2回	2回	1回
令和2年度						2回	5回	5回	4回	1回	
令和3年度							7回	10回	4回		

3-4 ものづくりマイスターによる大工技能講習

1級技能士であるマイスターより、各道具の手入れ方法、課題図面の見方読み方、課題現寸図のかき方、墨の引き方、道具の使い方、鋸・鉋による加工作業、ほぞとほぞ穴の加工、組み立てまでの一連の作業の講座を受けた。毎年12月に行われる工業高校生ものづくりコンテスト木材加工部門の出場を目標とした。3年目はコロナ禍での講座受講の見通しが



Fig. 12 マイスターによる指導の様子



Fig. 13 ものづくりコンテストの様子

立たず、講座の受講を断念したが、前年度に講座を受講した生徒がものづくりコンテストに出場する予定の生徒に対して、マイスターから学んだ技術を指導した。特にものづくりコンテスト課題については、マイスターから学んだこと以外に、本人が大会で体験した作業のポイントなどをわかりやすく説明していて、講習・大会を通じての成長が伺えた。教えてもらった生徒は、「短時間の指導ではあったが、しっかりポイントを知ることができ、大会では入賞は果たせなかったが、大変貴重な経験ができた」と満足していた。

このように、ものづくりマイスターによる大工技能講習から始まった技能の伝承は、ものづくりコンテストを通して生徒から生徒へと伝わり、それぞれの生徒の成長を促す機会になっている。

4. 成果

本研究がスタートした当初は、BIM について建設業界の中で急速に広がりつつある空気であったが、現在では身近なものになった。緒言でも述べた「スマート専門高校整備事業」による BIM 実習装置の整備が完了し、来年度から実習・製図を中心とした BIM についての授業を開始する。本研究で早期に BIM 研究ができたことで来年度からの BIM 授業にスムーズに移行できる。研究内容を生徒たちに継続して還元できることが一番の成果であるといえる。

ぎふ担い手育成支援センターによる建設業関係者向けの BIM 講習会が行われた際には、設計・施工・設備・教育現場と幅広く多くの参加者があり、ICT 化がこれから必要であることへの関心の高さが伺えつつ、高齢化が進む建設業界において新しいシステムへの対応に対する不安もあるようであった。そのような中、研究過程での生徒たちの BIM への対応の速さは ICT 世代ならではの感じた。生徒たちが学ぶ新しい技術は、建設業界の現場の知識や熟練の技と融合し、新しい効果があると期待できる。今後、授業で学び習得した BIM 技術を、導入された設備を利用し生徒が講師役となり、地域の皆さんや建設業界へ還元していくことも計画していく予定である。

2 級建築士においては、法改正による受験資格年齢の引き下げで、卒業後の受験者が増えており学科試験の合格者も出ているようである。講習会を通じて、今の学びが将来に生かされる見通しを立てることができ、アンケート結果からも半数以上が資格を取得することが建設業への就職を考えるきっかけになると答えている。高校在学中から卒業後の受験を意識し、就職後 3 年以内の比較的工作の量が少ない時期に資格取得することで、その後の離職率低下につながるのではないかと考える。

ICT 化・資格取得を進めても、やはり生の現場を生徒自身が体験することが、建設業の魅力を一番伝えることができる。ダイナミックさや雰囲気を感じることは実際の現場へ足を運んでわかることである。コロナ禍で現場見学会等の実施やインターンシップの中止が相次ぎ、コロナ禍以前の生徒と比べると建設業に対するイメージが描きづらくなっていることも分かった。しかし、生徒たちの短い学生生活の中でコロナ禍に振り回されてばかりはいられず、生徒の安全に十分配慮しながら関係機関と調整し、一つでも多くの経験ができるよう考えていくとともに、今後はリモートなどを活用した方法も検討していくべきであると感じた。

5. 結言

新型コロナウイルスの影響による休校や現場見学会、講習会の中止は、本研究のテーマである担い手となる人材育成を進めるにおいて、生徒が現場に直接触れる機会が奪われたこととなり生徒の進路決定において大きな打撃となった。

ICT 化が加速する中で、生徒が建築技術の基本から最新新技術まで幅広い情報と技術取得の機会に触れることで、企業の中で主体的に活躍する人材育成を目指し、今後も企業や上級学校と連携しながら建設業の担い手育成に努めていく。

地域を愛するテクノロジストの育成
「地域産業資源活性化のための基礎研究」

第2開発室

設備システム工学科

山口剛正 間宮広司 上林 裕 石森大一 宮地恭兵
三田知美 日比野のぞみ

Abstract :

高校生が地域に魅力を感じて、「住み続けたい」や、進学等で地域を離れても、「地元に戻って働きたい」と思えるよう3年間の学びを深化させ、郷土に愛情を持って、地域貢献ができるテクノロジストの育成を目指す。

地域愛を醸成するような学びのパイロットケースとして、ビジネスモデルの試行や開発をCLO^{※1}を利用したマーケット創出をテーマに行った。

本年度前期には他校への技術支援なども実施し、産業教育活性化の基礎ができたことも含め、人材も含めた地域産業資源活性化の実践が行えたことから、相応の結果が得られた。

さらに、研究開始当初のプロジェクションマッピングを基礎技術としたさまざまな開発までも完遂でき、インタラクティブなデジタルアートでは、地域に還元しうる研究内容となった。

本研究開発期間以降も、新たなビジネスプランを構築する目途もたち、地域の様々な資源の発掘・開発などを継続できる見込みである。

※1 CLO : CLO Virtual Fashion Inc. が提供しているアパレル向けの3DCADツールである。2Dのパターン（洋服の型紙）をもとに、3Dモデルデータへの着装シミュレーションを行うことができ、パターンなど物理的に作成することなく洋服のシルエットや着装感を確認することを可能とする。また着装シミュレーションを通じて、作成した洋服の3Dモデルをエクスポートすることで3DCGキャラクターの衣装として、ゲームやVRなどに利用することが可能。

Key words :

CLO UV展開 enhanced 3Dmodelist 起業 ビジネスモデル

1. 緒言

令和2年3月以降のコロナショックで特別活動の制限やイベントの中止など、本研究に逆風が吹くなか、政府の提唱する新生活様式に合わせたテクノロジスト育成に対する新たな取り組みを考察し、実行することができた。

不特定多数をターゲットにした業態は業績悪化の傾向を示す一方、パーソナルやニッチマーケットをターゲットにした業態は拡大傾向を示している。そのような経済動向において、イベントをテーマとした業態から、パーソナル需要をテーマとした業態への「起業」は当然の成り行きだと考える。

そこで本研究においては、生活技術分野で未解決の「技術的ブレイクスルー」をテーマに CLO を用いた技術開発を行った。

2. 研究内容

昨年度までの能力開発では既設のアバターを用いた理想的なウェアのモデリングを目的としたが、本研究においては、独自のアバターを生成し、そのアバター表面に直接パターンを描く技法を習得させる。この方法はアバターの形状と全く同じ 3 次曲面を UV 展開し 2D 平面を得るのもので、アバターにぴったりとしたウェアを製作したい場合、複雑なプロセスを簡略化できる。これらの特性を生かしたニッチマーケットには、オーダーメイド方式のウェアやガジェット製作がある。

Table 1 実施日程

実施項目	実施日程										
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
1. CLO に関する学習	1回			8回							
2. 人体パーツのモデリング	2回	2回									
3. CLO による UV 展開およびシューズの製作(予定)					1回	6回	6回	7回	6回	2回	
4. 起業に関する学習(予定)						1回			2回	1回	2回

1. CLO に関する学習

アバターを利用した 3D ペンの利用

2. 人体パーツのモデリング

3D スキャンによる足のデータ採取およびモデリング

3. CLO による UV 展開およびシューズの製作

UV 展開で得られたシューズ形状の最適化および 3D プリンティング

4. 起業に関する学習

経営に関する基礎学習および経営資源の学習

2-1 CLO を用いた UV 展開技術と起業

過去の実績では UV 展開から個人にぴったりとフィットするマスクの製作があるが、各方面より製作技術について関心の高いことが分かった。従来の方法では実際のモデルを利用し求める形状を生成するのであるが、すべてコンピュータで一連の作業が行えることから、オフィスの設置に制約を受けない。単純なオーダーメイドのモデリングのみを対象にすることで、製品ではなく技術を主体にしたマーケットに参入を起業対象として想定している。



Fig.1 UV 展開の様子

2-2 3Dmodelist の育成

UV 展開を利用したパターンモデルは CLO が利用できることが前提である。こういった特殊スキルを持つものを業界では 3Dmodelist と呼んでおり、日本国内での数はごく少数である。3Dmodelist の育成機関も限られており、起業するためにはマンパワーを増加させることが必要になるが、3Dmodelist の育成に対しても大垣桜高等学校の生徒にテストケースとして講義を行うなど、試行を試みた。

大垣桜高等学校の生徒は 3 年生 6 名、2 年生 3 名の 2 グループで、ビギナーコースを実施し、2D パターンの作成からウェアリング、動作シミュレーションまでを完了することができた。各パート 4 時間の内容であったが、帰校後も独自演習を望むなど学習意欲の発生を観察することができた。

2-3 enhanced 3Dmodelist の具体的目標

今回はシューズのモデリングを目標としており、3D プリンティングにより、実際に着用可能な製品の提示を目指している。シューズのモデルはエラスティック素材により製造され、ラティスファブリケーションにより装着感の向上を図る。また外反母趾などの細かな対応をモデリング時に反映を行う。



Fig.2 3Dprinting 製品の例

このように 3Dmodelist 自身がそのベース技術を他のベース技術を組み合わせることで拡張できる能力を身に着けたものを enhanced 3Dmodelist として位置づけ、起業に関する学習と合わせて起業の具現化に近づくものと期待している。

2-4 各種ビジネスプランコンテストへの参加

各種ビジネスプランコンテストは、本研究期間中、令和元年度および令和 3 年度におこなわれた。

本年度参加したものは、高校生ビジネスプラン・グランプリ(主催：日本政策金融公庫)および第 3 回ぎふビジネスアイデア・プレゼンテーション(主催：岐阜大学、岐阜県信用保証協会、日本政策金融公庫、岐阜県)である。

以下にプランの概要を示す。

第9回 高校生ビジネスプラン・グランプリ ビジネスプランシート

2 プランを思いついたきっかけ・目的

ビジネスプランを思いついたきっかけ・目的

さまざまな医療用具がこの世に存在する中で、軽度の障がいを持つ方向けの日用品は完全にフィットするものを見つけることは難しい。特に外反母趾など足に問題を抱える方向けのシューズ(専用品)は市場にも極少数である。

この問題を解決する技術は、衣服の設計技術と、3D プリントの技術にあることが予備調査で分かった。それぞれの技術を持つ高校は大垣桜高等学校と岐阜工業高等学校である。それぞれの得意技術を持ち寄ることによって、外反母趾の方のためのオーダーメイドシューズを提供するこのビジネスプランは、特殊形状の造形分野でフロンティアスピリット溢れる取り組みとなるだろう。

人体の一部のような有機的な物体の造形を行うことは、3D モデリングの分野でも高度な分野であり、3DCAD やデジタルスカルプティング(彫刻)といった各技術を組み合わせることによってのみ実現可能である。さらにシューズのソールは中空構造であるが、細胞のような充填材が造形されており、その大きさ、密度によってソールの履き心地が調整できるのも大きな特徴となっている。



Fig.3 製作したシューズのモデル(断面)

3 商品・サービス

① 商品・サービスの内容 ② 既存の商品・サービスとの違い、セールスポイント

- ① 外反母趾の方向けのシューズのオーダーメイドを行う。製品の提供行程は、
- (1) サービスの購入者から、足の形状を提供してもらう。提供方法には次の 3 種類がある
 - a) スマホアプリによる 3D スキャン→3D データを送信してもらう
 - b) 足の写真を送信してもらう→フォトグラメトリー(複数の写真から立体を作り出す)
 - c) 出張してセンサーによる 3D スキャンを行う
 - (2) 衣服モデリングアプリを利用し、足の 3D モデルのスキンを抽出する
 - (3) 足の 3D モデルのスキンにソールを付けたし、靴のモデルを完成させる
 - (4) 靴のモデルを 3D プリンティング向けに最適化する
 - (5) プリントアウト協力者にシューズのデータを送信し、プリントアウトしたモデルを購入者に発送
 - (6) 購入者からデータ(痛み、履き心地)のフィードバック
 - (7) 先に発送したシューズと引き換えに、再設計したシューズ引き渡し
- ② 外反母趾などの軽度の障がい軽減するような製品は、マスマンファクチャリングでは限界があり、従来のシューズの製法では、痛みの除去など解決が難しい。それを解決する方法が、足の正面にぴったりとフィットする形状の成型と弾力のある素材、および複雑な形状の成型が可能な 3D プリンティングの技術である。これらを総合的に駆使し、発注から迅速に製品を提供できるサービス（足のデータ採取からシューズのプリントアウトまで 4 日）は他に類をみない。
- この 3D プリンターを活用したサービスは生産用の高価な機器を利用するのではなく、家庭や職場で

眠っている機器を活用することにも特徴がある。3D プリンターでの造形は完成品が大きいほど時間がかかる。そのため経営資源として 3D プリンターの台数を確保しなければならないが、プリントアウトのみの協力者を募ることによって解決できる。協力による報酬は、フィラメントの利用量と比例する。これにより手持ちの機器の稼働率が上がり、本サービスの主催者および協力者双方にメリットがある。
同じような商品・サービス(競合品の確認)
・3D プリンティングによるシューズ製品は市場に存在するが、オーダーメイドではない ・アパレル業界の DX 支援（KDDI によるアパレル業界の DX 支援事業を発表 2021/9/10） 参考 URL https://news.kddi.com/kddi/corporate/topic/2021/09/10/5401.html ・写真からリアルな 3D モデルを構築するサービス 参考 URL https://3dmodel-maker.com/ja.html ・業務用 3D プリンタのネットワークサービス 参考 URL https://3day-printer.com/

4 顧客（商品・サービスを販売する先）
想定している顧客（ターゲット）
・外反母趾や変形性関節炎など、軽度の障がい有する方 （外反母趾のために距骨調整で通院する人は全国に年間 1 万人程度など）
具体的な販売（提供）方法、 広告方法
・EC による販売を主とする ・薬局、接骨院などへのサンプル設置 ・SNS・動画サイトでのチャンネル開設

5 必要な経営資源等
必要な経営資源（ヒト、モノ、技術・ノウハウ）
《ポイント》 商品・サービスを実現化するためには、どのようなヒト、モノ、技術・ノウハウが必要か考えてみましょう。 ・3D プリンタ ・衣服モデリング用ソフトウェア ・人材(3Dmodelist) ※3Dmodelist デジタルデータとして制作された 2D の型紙と連動させて 3D デジタルデータのファッションアイテムを制作するクリエイターのこと
実現に向けて考えられる課題（ハードル（障害）やリスク）と対処方法
《ポイント》 ・実現するための課題（ハードル（障害）やリスク）はないか、幅広く考えてみましょう。 ・対処する方法は、自分たちの力を伸ばして解決する方法でも良いですし、他の人の力を利用する方法でもかまいません。 「外反母趾をお持ちの方用シューズの提供」が開くマーケットは、シューズの購入者および、家庭用 3D プリンタのオーナーに利益をうむものであると確信しており、サービスの提供側にとってはオフィスなどの経営資源が不必要なため、開業のハードルは高くないため、その分品質保持のための工夫が必要であると考えている。

6 収支計画（年間）		1 年後	[3] 年後（任意の年を記入）
売上高		1500 万円	3000 万円
売上原価（仕入高）		800 万円	1600 万円
経費	人件費	200 万円	400 万円
	家賃	万円	万円
	広告宣伝費	万円	万円
	その他（3Dプリント報酬）	500 万円	1000 万円
	合計	1500 万円	3000 万円
利益		0 万円	0 万円

計算方法

- ① シューズの原価：3Dプリントに用いる材料（フィラメント）の量に比例する
24cmのシューズでは1足あたり750g/8000円となり、デジタルモデリングの技術料を含めて、価格は15000円と設定した。
- ② 技術料には、プリントアウト協力者への報酬5000円を含み、サービス購入者からの支払い後、納金される。
- ③ サービスの購入者を初年度は1000件と見込んでいる。外反母趾のために距骨調整で通院する人は全国に年間1万人程度存在し、サービスの購入率を10人に一人と予想した
- ④ 本サービスはシューズの提供のみにフォーカスしたものである。しかし3年内にはシューズ以外の特殊造形（ギプス、コルセット、あるいは心臓、肝臓などといった内臓類の受注も開始している予定である。これらは市場には競争相手が極めて少なく、モデリング料金はかなりの高額としても、新たな市場を形成できる可能性が高い（今回の収支計画には入れていない）

7 調査、ヒアリング結果（任意）

「ポイント」・商品・サービス、必要な経営資源等、市場ニーズなどについて、調査したこと、事業されている方などに聞いてみたことを、記入してください。

外反母趾をお持ちの方用シューズはパイロットモデルが完成しており、構想している全製作工程を完了している。また、実際に装着したシューズでの履き心地、フィット感などの基礎データも収集しており、経営的なシミュレーションを残すのみとなった。

【添付資料用シート】

・本ビジネスプランはシューズのオーダーメイドをテーマにしているが、人体の一部にフィットさせるような、あらゆる特殊造形を可能とする技術が本質である。そのため、エラストマーギプスやコルセット、サポーターなどあらゆる高難易度の造形も受注し、唯一無二のサービス提供を行うベンダーとして展開しようと考えている。

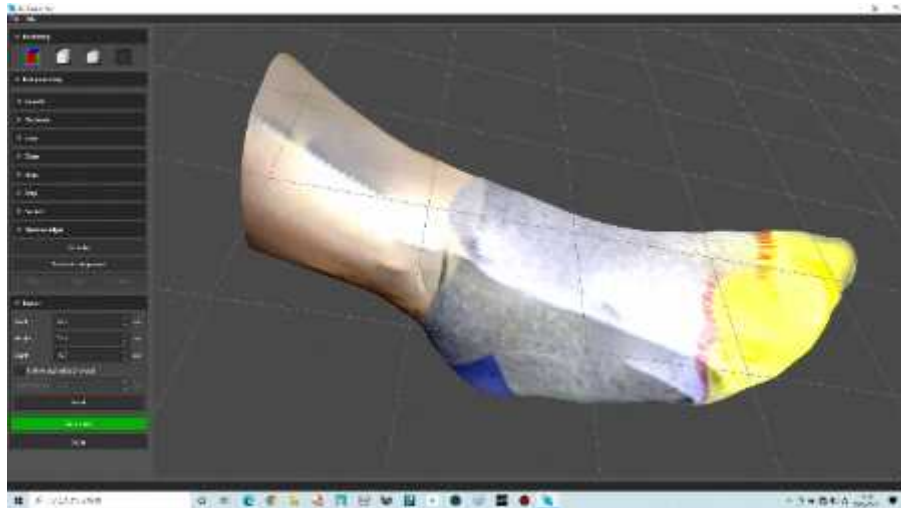


Fig.4 3D スキャンによる足のモデル

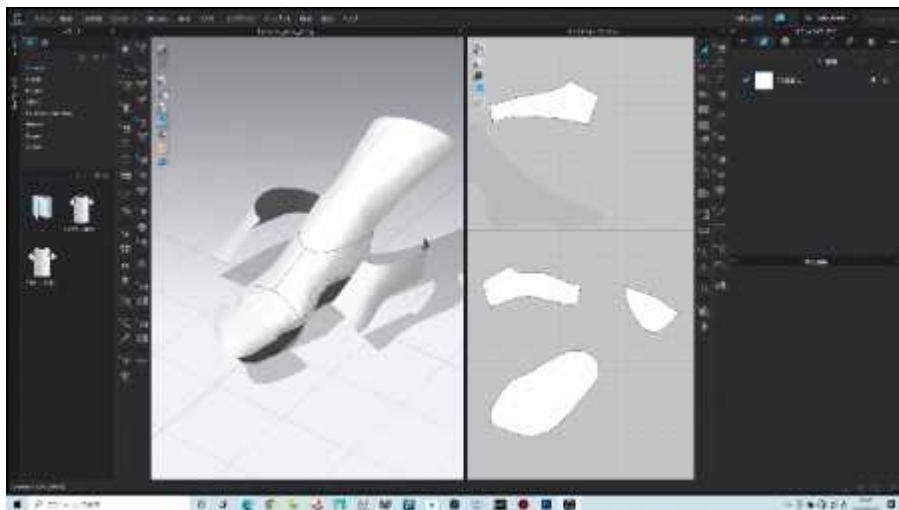


Fig.5 足の表面の UV 展開モデルの作成

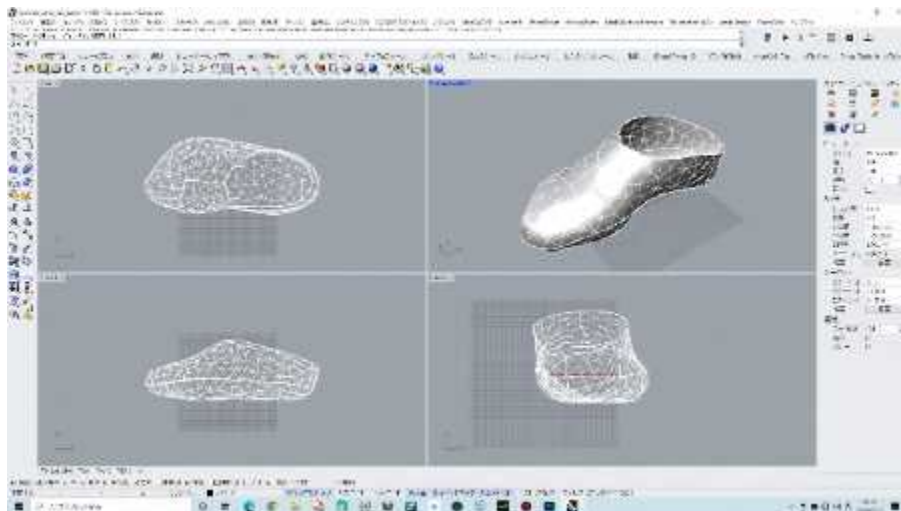


Fig.6 UV 展開モデルを再構築しシューズの造形

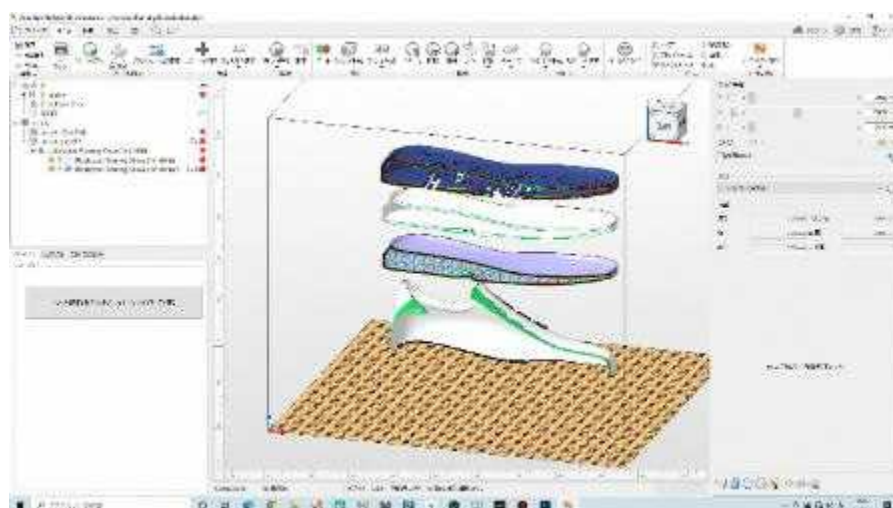


Fig.7 軽量化のため、ソールにラティス構造を構築

1. 3D スキャンによる足のモデル (Fig.2)

3D スキャナーで形状を採取した。精度は 0.5mmで細かな凹凸もモデルで再現できる。他には複数の写真からモデルを 3Dモデルを作る方法やスマホの 3Dセンサーを利用するアプリも開発予定である。

2. 足の表面の UV 展開モデルの作成 (Fig.3)

足の表面の凹凸が原因で平面の型紙は複雑な曲線により構成されるため、高度なモデリング技術が要求される。

3. UV 展開モデルを再構築しシューズの造形 (Fig.4)

足の表面の UV 展開モデルを利用し、厚みをつけるなど、シューズとして再構築を行う。このときソ

ールも造形し、中空化処理を行い商品としてのモデルを完成する。

4. 軽量化のため、ソールにラティス構造を構築 (Fig.5)

3D プリント用のデータを構築し、断面(内部構造)の視覚化を行う

プラン作成の感想【自由記述】

- ・シューズ、ソールの複雑な造形が、私たちの学習してきたことを生かしてできることに感動した。
- ・3D プリントのシューズはインターネットで見たことはあったが、実際のモデルが作れて感動した。また、いろいろな学校の得意な技術を持ち寄ってモデルが完成できたことで、このビジネスプランにはいろんな人の能力がいかせると感じた。
- ・これからのビジネスはますます、大量生産から離れていくと感じた。
- ・社会の中で眠っている人の能力や、機械などの資源を有効利用すると、できることの可能性が広がることを実感できた。

2-4-1 ビジネスプランコンテストの結果

令和3年度に参加したビジネスプランコンテストは次の二つである。

- ・第9回高校生ビジネスプラン・グランプリ(主催：日本政策金融公庫)
- ・第3回ぎふビジネスアイデア・プレゼンテーション(主催：岐阜大学、岐阜県信用保証協会、日本政策金融公庫岐阜支店、岐阜県)

各種コンテストは起業・創業の促進を目的に開催されるものであり、生徒が身に着けた知識・技術を生かす内容としたため、前項のプランとした。また、地域の特色を幅広くカバーするため、岐阜地区の工業高校、西濃地区の大垣桜高校(家庭科)とで共働とした。

異業種分野の交流を行うことで生徒らの、知的好奇心を刺激し、互いの業界・分野に互いの能力を相互補完でき、ビジネスプランとして厚みがでる。

起業・創業で特色となる基礎技術を次に記す。

- (1) 衣服モデリングおよびアバターのサーフェスモデルの構築(令和3年度スマート専門高校 事業にて導入した高度造形処理コンピュータシステムの活用)
- (2) スプラインを用いたサーフェスモデルの造形
- (3) 写真による3Dクラウドおよび、DSMの構築
- (4) 3Dプリンタを用いたモデルのアウトプット
- (5) 効果的なオンラインプレゼンテーション

令和3年11月25日

岐阜県立岐阜工業高等学校

テクノLAB 様

痛くない！エラストマーシューズ作ります！

高校生ビジネスプラン・グランプリ実行委員長
株式会社日本政策金融公庫 常務取締役 若井 克之

「第9回 高校生ビジネスプラン・グランプリ」審査結果のお知らせ

日本政策金融公庫「第9回 創造力、無限大∞ 高校生ビジネスプラン・グランプリ」にご応募いただき誠にありがとうございました。おかげさまで、全国から合計3,087件のエントリーをいただきました。

ご提出いただいたビジネスプランシートについて、厳正なる審査の結果、次のとおり決定しましたのでお知らせいたします。

《審査結果》

誠に残念ではございますが、最終審査会ファイナリストには、別のビジネスプランを選出させていただく運びとなりました。今回ビジネスプラン作成にチャレンジしたかゆまぬ努力を、今後の高校生活に活かしていただきたいと心より願っております。

～グランプリ実行委員会からのメッセージ～

評価点

学校の枠を越えてチームを結成し、プランに取り組んだチャレンジに感動しました。

外反母趾の方向けの靴のオーダーメイドサービスは画期的で、素晴らしいと思います。

ワンポイントアドバイス

融資や出資を募るための資料としてそのまま使えるようなプランシートだと思いました。チームのしくみについて詳しく説明されていますが、3Dプリントに関してはやや専門的な表現があるので、わかりやすい表現を心がけてみてください。購入者が平元に届いたモデルをフィッティングし、フィードバックすると、再設計されて完成したシューズが届くという流れに安心感と好感が持てました。このサービスの実現に期待しています。

■ 最終審査会（ファイナリスト10組のプレゼンテーション）は、

2022年1月9日、YouTubeでライブ配信します。

当グランプリホームページ： <https://www.jfc.go.jp/grandpod/>

■ お問い合わせ先：「高校生ビジネスプラン・グランプリ」運営事務局

電話：03-3270-1385、メール：grandpod@jfc.go.jp

（平日9時～17時、土日・祝日・年末年始除く）

YouTubeはこちら！



Facebookはこちら！



P-00021332

Fig. 8 ビジネスプランの講評シート

前項(1)～(4)については、対面の発表形式を想定したため、オンラインのコンテスト視聴者にアピールする場面では様々な工夫をする必要がある。

2-4-2 AR(拡張現実)プレゼンシステムの開発

本事業における初期のビジネスプランは、プロジェクションマッピングによる起業であり、笠松町のふるさと納税返礼品としての提供をテストケースとして、令和3年度まで継続して事業化する計画であった。しかしながら、各種イベントの中止など、コロナ禍におけるイベント事業は急速に需要が減少した。

半面、プロジェクションマッピングとセンサーなどを用いたインタラクティブコンテンツ(オリンピック開会式など)は根強い需要があり、本事業における開発を継続しノウハウを蓄積することができた。

(1) インタラクティブデジタルアートの開発

Kinect などの 3D センサーを用いて、インタラクティブコンテンツの開発を行うには、通常ハードウェアの開発元から供給される SDK を利用し、C 言語などのプログラミングを経て実行形式にコンパイルすることにより、実現する。しかしながら、この方法はコンテンツの開発環境を構築するだけで、相当な時間と費用を消費する。今回のような開発速度を重視するケースでは、センサを接続するだけで開発環境が得られるビジュアルプログラミングツールが適する。ここでツールとして選定したのが、TouchDesigner である。

TouchDesigner はコーディングがほとんど必要のないノード接続型のプログラミングツールであり、各種 3D センサーから出力されるデータを、時系列でリアルタイムに取り出すことができる。Fig. 9 はノードプログラムの完成品である。

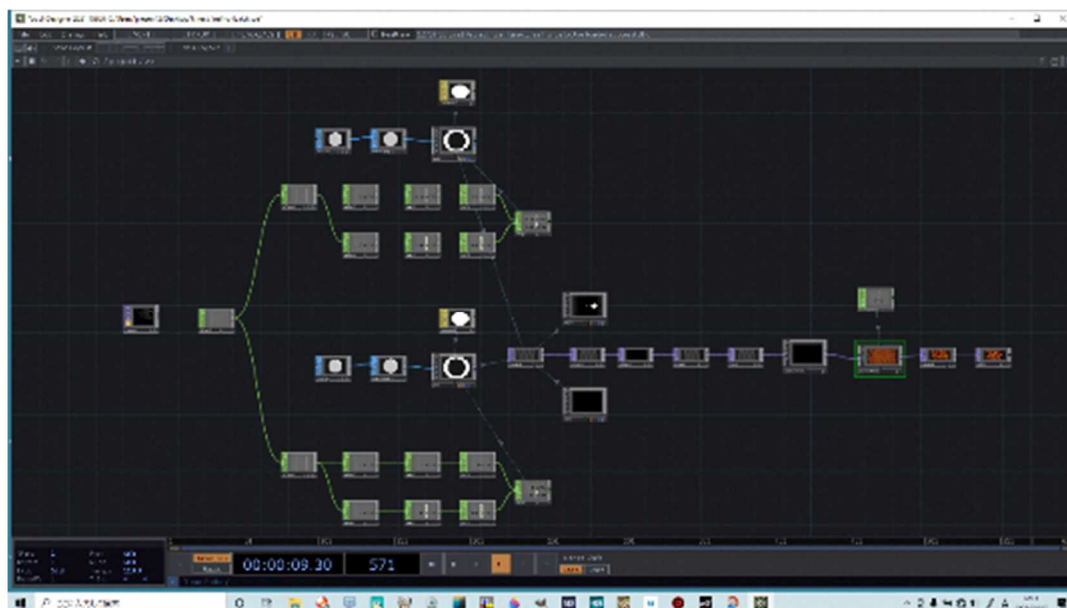


Fig. 9 床面を利用したインタラクティブデジタルアートのノードプログラム

(2) 開発の経緯

チームラボに代表されるようなインタラクティブコンテンツは、その開発スキームが明らかにされていない。したがって、おおざっぱに 3D センサーを用いるなどの断片情報しか得られず、TouchDesigner での取り組みは、国内においてもまれなケースとなった。

(3) 開発の概要

TouchDesigner のようなノードプログラミングでは、ノードは 6 種類のグループに大別され、センサーとの接続に特化したものや、センサーのデータを取り出すもの、取り出したデータを加工するものなどがある。

これらのノードはノード間をワイヤーで接続し、ノード間の通信を実現している。いわば TouchDesigner という新たなプラットフォーム上で構成されたプログラムは常に実行状態で出力が可能である。これは、プログラミングの実行中も同じで、現プログラムの結果がリアルタイムで確認でき、修正も容易なので、完成のスピードが速い。

次に、ノードによるクラスターから Fig. 9 の例は次のようになる。

- ① Kinect 固有のライブラリー(スケルトンの呼び出し)をロード
- ② スケルトンの位置情報を呼び出しおよび論理演算による加工
- ③ 図形(ジオメトリ)の生成およびレンダリング
- ④ 図形にスケルトンの変異情報を付加
- ⑤ 図形を画像処理
- ⑥ GPU によるパーティクルの生成
- ⑦ 図形とパーティクルをコンバイン
- ⑧ 投影

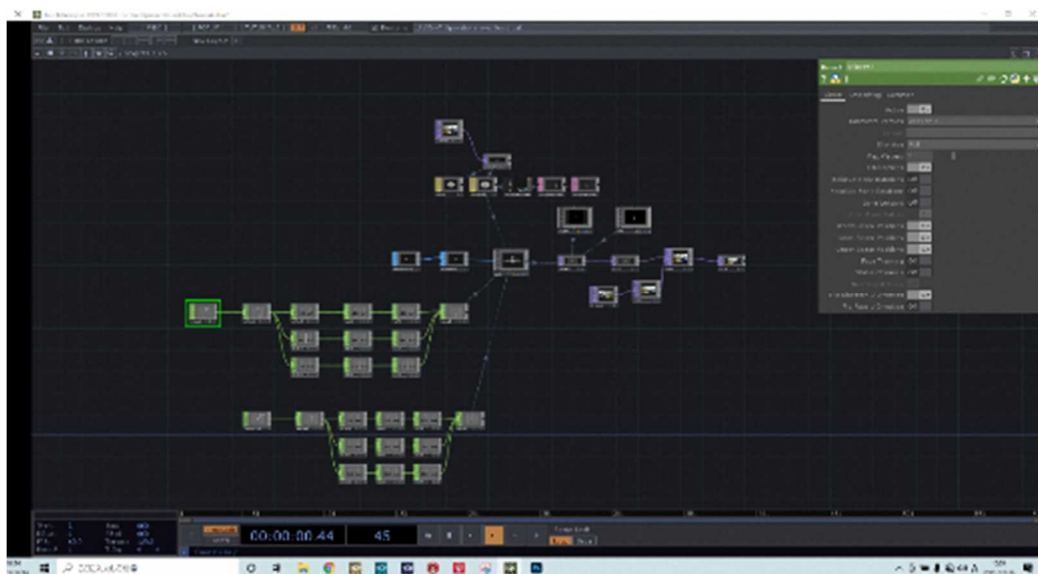


Fig. 10 Fig.9 を発展させたプログラム

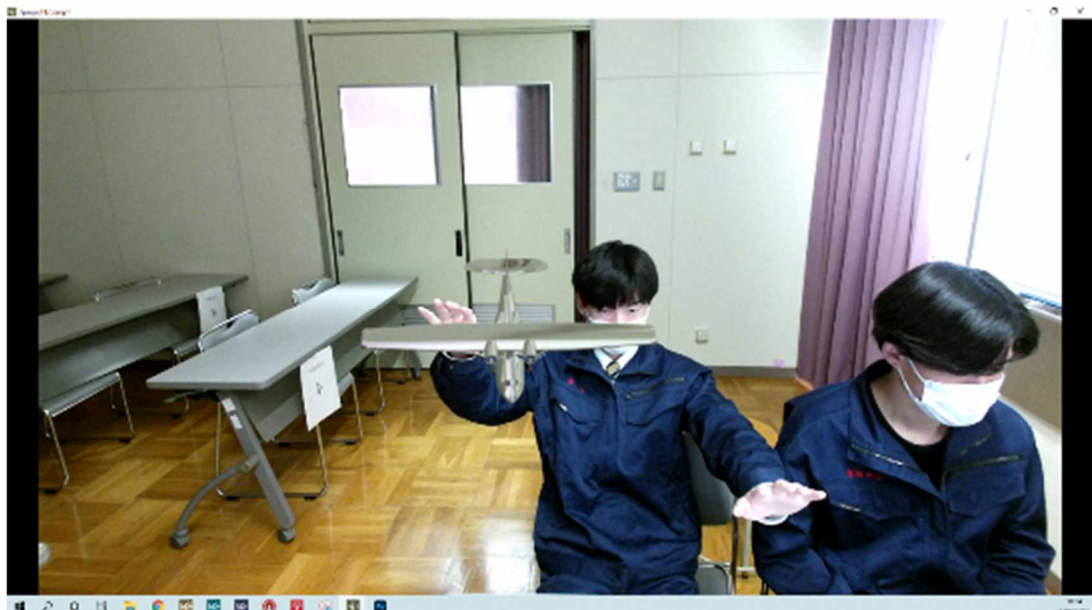


Fig. 11 Fig.10 の出力結果

Fig. 10 のプログラムにおいては、Kinect を使って生成された右手の位置情報を、ジオメトリに反映し、3D 空間を手の動きに合わせて移動するものである。ジオメトリは予め制作された 3D の飛行機とし、左手の位置情報(各部位の回転)を反映させることにより、飛行機を様々な位置から見せることができる。

また、RGB カメラから取得した映像と、飛行機の映像をマッチングさせることで、AR(拡張現実)が可能となった。

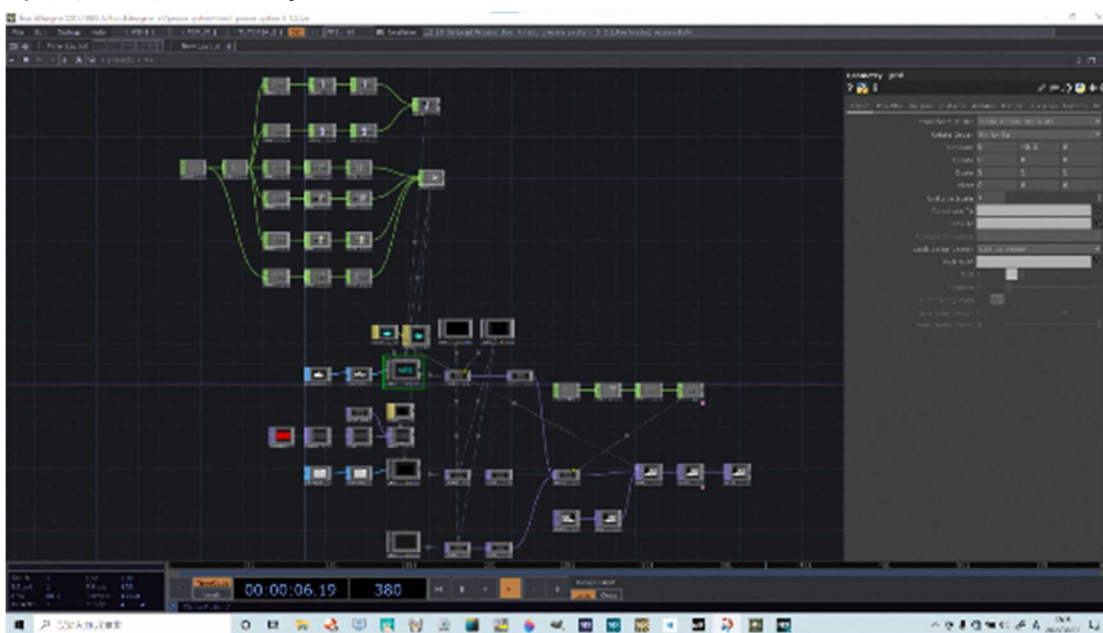


Fig. 12 AR プレゼンシシステムのプログラム

Fig.12 では、さらにシステムを拡張する試みが行われ、AR フリップが制作された。



Fig.13 ZOOM にINSERTした AR フリップによる発表

2-4-3 オンラインによるコンテスト参加

第3回ぎふビジネスアイデア・プレゼンテーション(主催：岐阜大学、岐阜県信用保証協会、日本政策金融公庫岐阜支店、岐阜県)は令和4年2月11日に行われた。

高校・大学など29チームのエントリーがあり、本選出場は12チームとなった。



Fig.14 コンテスト中の様子

出場形態は本校および大垣桜高等学校の合同チームで 6 分間の発表時間が与えられ、AR フリップや AR モデルなどを提示し、その説得力が高く評価され、グランプリを受賞した。

2-5 グループワーク評価

グループワークにおける評価を Table2 に示す。

平成 28 年度～平成 30 年度までは「スーパー・プロフェッショナル・ハイスクール事業」実施時の結果であり、当時より継続して行っているループリックや実践的指導の効果の変化が観察できる。令和 2 年度の評価成績は令和元年度を上回ることができなかった。これらは主にテクノ LAB の活動時間が大幅に短縮されたためで、コロナ禍での大幅な制限下での結果である。（令和元年度はテクノ LAB の活動時間はのべ 110 時間であったのに対し令和 2 年度は 40 時間であった。）

Table2 グループワーク能力評価の変遷表

項目	H28 評価	H29 評価	H30 評価	R1 評価	R2 評価	R3 評価
チームの構成力・バランス	3.6	3.7	3.8	3.8	3.7	3.8
チームにおける個々の自覚力	2.8	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8
集団での討議能力	2.2	3.1	3.3	3.5	3.1	3.2
チームの作業実行能力	3.1	3.9	3.9	3.4	3.4	3.5
互いのウィークポイントの観察力	2.8	3.2	3.4	3.2	3	3.2
相互補完力	2.8	3.4	3.6	3.4	3.3	3.6

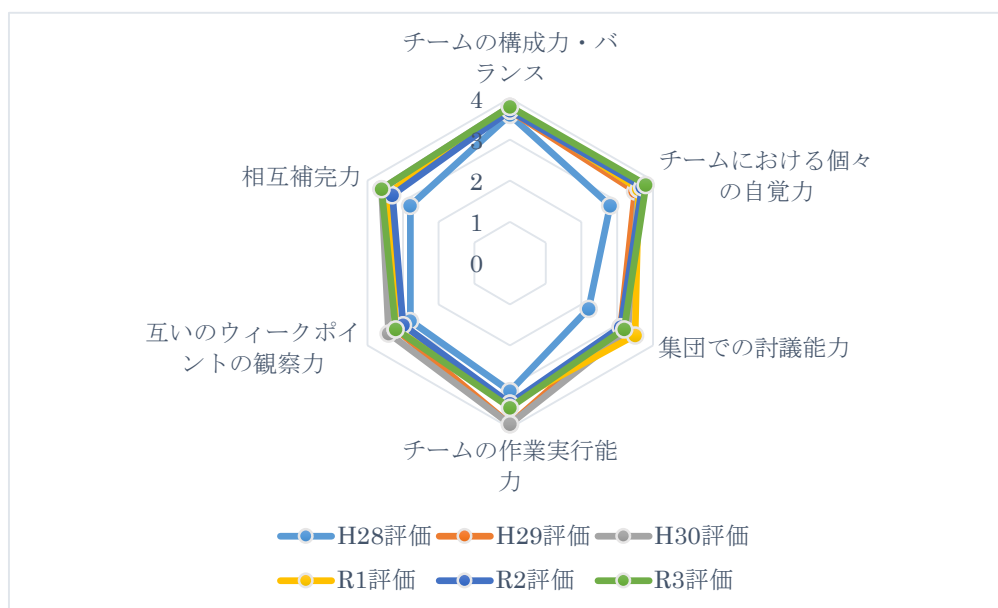


Fig15 グループワーク能力評価の変遷

しかしながら、令和3年度は令和元年度にせまる活動時間を確保することができ、オンラインを併用した学習・トレーニングの効果が、グループワークの評価を伸ばすことに成功した。

オンライン学習で用いた手法は、

- ① 教師機・生徒機における同一アプリケーションの導入
- ② 制作したプログラムの同期
- ③ 画面共有
- ④ リモートデスクトップによる直接添削

である。

3. 結言

年度当初における研究は、プロジェクションマッピングを題材とした起業や新たなビジネスモデルの構築が、マーケットの再活性化時を見据え、技術開発を継続していたところであった。

感染の第5波以前は研究に対する問い合わせが数件あった。多くのイベント業者がオリンピックに傾注することからマーケットは一時的に活性化する兆しを見せたからだ。オリンピックにおいてもプロジェクションマッピングやドローンのクラスター制御などニッチマーケットにおける需要の高度化はあるものと予想していた。これらはすべてが突飛な技術ではなく、enhanced 3Dmodelistのように「ノード化された技術の結合」の結果であることを、まずは生徒に理解させることが重要であると考え、プロジェクションマッピングを構成する基礎技術の成り立ちを理解させたことが、ビジネスプランが広く認められた要因であると考ええる。

CLOを主としたモデリング技術とプロジェクションマッピング技術は一見、関係性が乏しいように見えるが、今回のビジネスプランの成功のように、今まで誰も思いつかなかった組み合わせが、新しいモノを生み出す好例となることを生徒は学ぶことができた。

結果として、ユニークな発想が、場所を選らばず起業できる可能性が高いことに着目すべきである。

本研究を通して生徒らの多くは、近い将来活動拠点を生まれ育った地域と定めると考える。この地域で培った学びのノウハウや、生徒自身のコネクションが何にも代え難いと知ったからである。

地域を愛するテクノロジストの育成(令和3年度 年次報告)
「デザインをカタチにして、地域貢献に向けた提案・製作の研究」

第2 開発室

デザイン工学科

田中知世 吉川真澄 宮崎崇示 服部光晃 村山美の里
勝村俊尚 田中千映

Abstract :

高校生が地域に魅力を感じて、「住み続けたい」や、進学等で地域を離れても、「地元に戻って働きたい」と思えるよう3年間の学びを深化させ、郷土に愛情を持って、地域貢献ができるテクノロジストの育成を目指す。

Key words :

いじめ防止対策推進条例 コラボレーション ロゴマーク ムービー ポスター

1. 緒言

専門高校で身に付けていく知識、技術の習得課程において、デザイン工学科ではグラフィックやアニメーションの制作があげられる。この技術は、印刷関連やホームページコンテンツ、広報などの分野において活用できる。この制作技術で学んだノウハウを何かのカタチとして生かすことで、地域に貢献でき、地域に希望をもたらすことができると考えている。また、デザイン企画を通すことで、課題の探求力や解決力を育成できる。さらに、付加価値を持ったものづくり教育から、デザイン力をとおして製品から商品となるようなデザインセンスを磨き、だれもが認めるデザインを提案していく。

2. 研究内容(実施した事業内容)

○実施日程

業務項目	実施期間（令和3年4月～令和4年3月31日）											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
・岐阜市いじめ防止対策推進条例ストーリー化	実習時間	実習時間	実習時間	実習時間	実習時間				成果発表			
・FC岐阜フィールド看板デザイン	製図時間	製図時間	製図時間						成果発表			
・全国高文連シンボルマーク、ロゴタイプ						製図時間	製図時間	製図時間	製図時間	作品提案		
・笠松町新子ども館看板								4回D技	4回D技			

2-1 岐阜市いじめ防止対策推進条例ストーリー化

岐阜市内において、実際のいじめを受け命を絶たれたことを受け、条例の改定を行い、その条例をデザインであるポスターやムービーといったカタチとして提案するプロジェクトである。岐阜市教育委員会としての願いは、「命の尊厳を改めて理解し、いじめ問題を克服するとともに、お互いを大切にする社会をつくりあげる」ことであり、令和2年9月28日公布の「岐阜市いじめ防止対策推進条例」は、小中学生を含む多くの市民にとって、デザインを通すことにより身近なものとして理解し、広く周知する目的がある。対象は、岐阜市内全児童生徒、一般市民（高校生を含む）として、「岐阜市いじめ防止対策推進条例」の内容に沿った作品を提案し、作品のアウトプットは、ムービー（7作品）、ポスター（12作品）を制作、さらに、ロゴマークをデザインし提案した。最終的な周知及び配布方法は、岐阜市内全児童生徒及び保護者への岐阜市貸与タブレットへ送信することや一般市民へは岐阜市教育委員会ホームページにて公開予定としている。

2-1-1 岐阜市教育委員会による講義

男子生徒が実際に受けたいじめの内容やいじめを巡る「被害者、加害者、観衆、傍観者」の関係性といった講義概要を受講することで、客観的な啓発のデザイン提案だけではなく、いじめの問題を真に受け止め理解できる高校生として、条例を視覚的に提案する多様な場面におけるデザインアイデア段階で活用したい。また、この講義をキックオフとして3年次における研究の事前リサーチを実施した。

期 日：令和2年12月21日（月）

対 称：デザイン工学科 2年生 39名

講 師：早川三根夫 氏

（当時：岐阜市教育委員会教育長）

概 要：「いじめ防止対策推進条例」の前文からいじめを
巡る4層構造の関係性などについての講義

その他：令和2年12月22日（火）中日新聞朝刊掲載



Fig.1 講義の様子

2-1-2 成果・考察

講義を受講することで、岐阜市いじめ防止対策推進条例について意識を高めることができたことと、アンケート（Fig2）より、今後の企画するデザインに活かせるという自信に繋がったことが理解できる。これをふまえて、デザインしていく際の知識及び技術にとどまらず、クライアントとなる岐阜市教育委員会およびデザインシェアである市民の皆様を意識したものづくりへのスタートを切れたのではないかと見ている。さらに、デザイン分野に関わらず、普段の自分たちが生活する様々な場面において、「いじめ防止」を意識していこうとする姿勢が見られるようになったことに感謝したい。

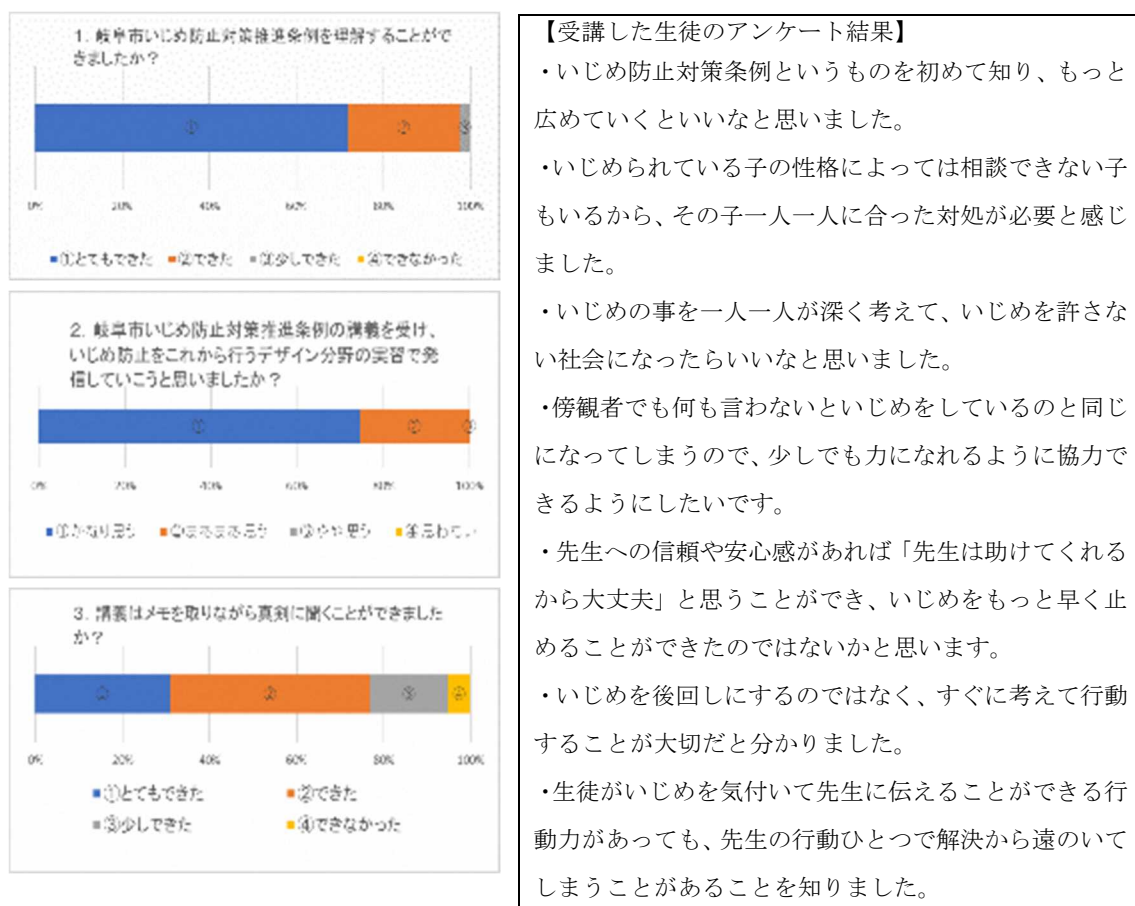


Fig2 受講者アンケート結果

2-1-3 ムービー制作

ムービー制作にあたってのフローとして、課題となる「いじめ防止」の取組を知るために調査リサーチを最初に行った。例えば、あらゆる角度からのアプローチを想定し、AC 公共広告機構の CM や岐阜市が現在取り組んでいる地域や内外に対することなど、いじめに関する問題以外でも調査対象とした。それをふまえて、目指す作品は、どのようなものがあるかコンセプトを検討した。対象年齢（大人の 10 歳差と子供の 10 歳差では大きく違う）や視点の違い（当事者の視点、取り巻きの視点、傍観者の視点等）それによって作品のイメージや伝え方も様々である。さらに、媒体としての作品形態をどうするかといった部分においては、アニメーション、コマ撮り、実写動画、電子絵本、電子紙芝居などがあげられる。ストーリー制作における立案では、一点集中ではなく何種類も考える。その中でより良いものになっていくように練り込む。絵コンテ制作においては、キャラクター設定からストーリーのバリエーションまで考慮した中から、編集作業に入った。

概 要：作品時間は、一人 30 秒の提案で、15 秒を 2 本制作も可能。

対 称：デザイン工学科 3 年生 デジタルデザインコース選択者 7 名

制作手順：

- ①ムービーリサーチ（伝え方の良いアイデアの調査）
- ②コンセプト概要を設定（ターゲット、問い掛け方など）
- ③作品形態検討
（アニメーション、コマ撮り、実写、電子紙芝居など）
- ④ストーリーの立案
- ⑤絵コンテの制作
- ⑥キャラクター設定およびストーリーの制作編集、レンダリング
- ⑦じゅうろくてつめいギャラリーにて公開 R3.8.7-9



Fig. 3 エスキース



Fig. 4 絵コンテ

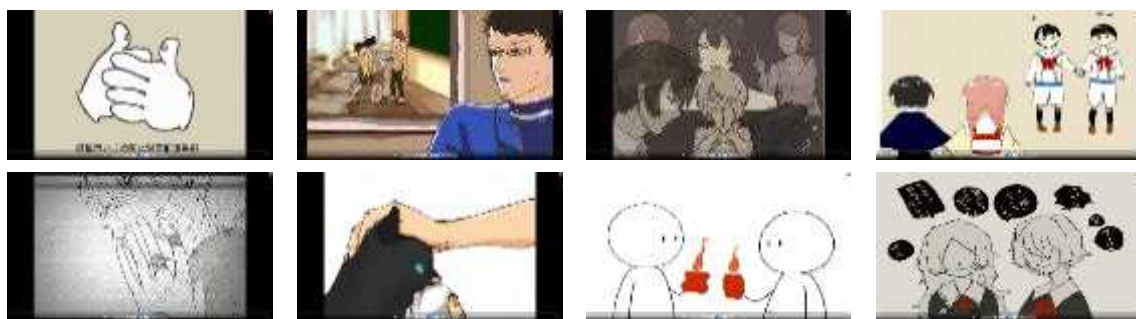


Fig. 5 ムービー作品の各シーン

2-1-4 ポスター制作（ポスター、ロゴ、キャッチコピー）

ポスター制作では、「岐阜市いじめ防止対策推進条例」を、小中学生を含む多くの市民に理解してもらい、誰もが身近なものとして理解しやすいポスターを目標とした。課題作品展での展示をはじめ、様々な場所に設置できるものを想定し制作した。表現方法での伝え方や表現技法を自由に設定することで、より多くの視聴者をターゲットに一人一人が伝えたい内容を考え、ビジュアルで表現した。また、製作条件として、ポスターには必ず「キャッチコピー」と「岐阜市いじめ防止対策推進条例のロゴ」を入れる。B2サイズのパネルに原画（縦書き）、B3サイズのパネルにキャッチコピーを手描きで描く。原画・コピー等をパソコン上で合成し印刷する方法でポスターを製作する。画材はアクリルガッシュを使用し、技法や表現方法は自由とした。ただし、コンセプトに見合った表現方法とした。



Fig. 6 原画およびコピーの合成

概 要：原画 B2 サイズ、コピーB3 サイズをそれぞれハンドワークにて作成し、グラフィック合成後 B3 サイズ出力し完成

対 称：デザイン工学科 3 年生 ビジュアルデザインコース選択者 12 名

製作手順：

- ①ロゴマークの制作（コース全員でロゴをデザイン）
- ②コンセプトを設定（サムネイル制作、キャッチコピー決定）
- ③原画の設定（アイキャッチとしての写真やイラストを検討）
- ④原画、キャッチコピーの作成
- ⑤原画、キャッチコピー、ロゴマークのレイアウト合成処理
- ⑥パネル印刷（B3 サイズ出力）
- ⑦じゅうろくてつめいギャラリーにて公開 R3.8.7-9

2-1-5 ロゴマーク制作

ロゴマークの制作では、条例に関するマークやシンボルについて、ほとんど目にしたことがなく、新たな挑戦である。ロゴマークといえば、企業や商品のロゴが一般的であるが、条例をシンボル化する、いわゆるロゴマークをデザインすることによって、この条例をより身近に感じてもらうねらいがある。ロゴマークの制作過程では、ブレインストーミングからキーワードを出し合い、個々にまとめたサムネイルを基にプレゼンテーションを行いながら完成させた。最終的に全員のアイデアから投票で決定した。



Fig.7 アイデアの提案

ロゴマークは、岐阜市いじめ防止対策推進条例13条の「自他の人格の尊重、いじめにおける傍観者にならない」という児童生徒の役割から、助け合いという意味を持った手話の形をモチーフにロゴをデザインした。



Fig.8 ロゴマーク

2-1-6 岐阜市教育委員会へ事前報告会

期 日：令和3年7月1日（木）1号館2階デザイン工学科実習室

対 称：デザイン工学科 3年生 ビジュアルデザインコース12名 およびデジタルデザインコース7名

概 要：岐阜市教育委員会への6月末までの作品の進捗状況の報告。当日は、岐阜市教育委員会教育長の水川和彦氏が来校され、お礼及び激励をいただくことができた。また、生徒一人一人の制作過程を通してデザインコンセプトを確認された。



Fig.9 教育長訪問の様子

その他：令和3年7月2日（金）中日新聞朝刊掲載

令和3年7月8日（木）岐阜新聞朝刊掲載

2-1-7 第18回課題作品展

デザイン工学科3年次では年間2回、校外での作品展示を実施している。全国でも珍しい展示回数で、「ものづくり」において、企画や展示に関する総合的な観点から、次の課題と目標を見つけ、3年間をかけて作品制作意図の向上と完成度を高めている。また、チームとしての連帯感、協調性、責任感、リーダーの育成なども身につける意図がある。



Fig.10 課題作品展の様子

期 日：令和3年8月7日（土）～9日（月）

じゅうろくてつめいギャラリー(岐阜市徹明通1-3)

対 象：デザイン工学科 3年生 39名

概 要：岐阜市いじめ防止対策推進条例のポスター12作品及びムービー7作品に加え、建築模型10作品、家具10作品の合計39作品を展示。

その他：令和3年8月8日（日）中日新聞朝刊掲載



Fig.11 ポスター作品

【課題作品展における一般来場者からのムービーに対するアンケート結果】

- ・全てメッセージ性が強く、改めていじめの非道さを知ることができました。
- ・高校生らしい学生をモチーフにしたものもあれば動物をモチーフにしたものもあり、考えさせられるような内容でよくできているなぁと感じました！
- ・いじめは絶対にいけない、という強い思いを感じることができた。
- ・動画なのでいじめの怖さなどが伝わり抑止効果がありそうで良かったです。
- ・生徒たちの主張が伝わってきた。小学生の弟にも分かりやすかった。
- ・ダメなことはダメと言えるようになりたい。

- ・いじめ防止にアプローチする視点が違って面白。
- ・子ども目線、親目線・・・角度を変えて見るということをおわせてもらった。
- ・自分だったら、と考えさせられるメッセージ性の強い作品が多かった。
- ・いじめの酷さが動きやアニメーション、抽象的な表現によって印象深く残った。
- ・非常にリアリティのある映像で、令和の時代に合った作品だと思った。

【課題作品展における一般来場者からのポスターに対するアンケート結果】

- ・作品の仕上がりも素晴らしいが、同じテーマの中、さまざまな角度からの生徒たちの発想に感心した。
- ・一人一人のイジメ伝えかたが、ポスターだけで、伝わってくる。
- ・どの作品も発想が豊かで素晴らしく、タイトル見ても惹きつけられるものがほとんどで、感心しました。
- ・現代の子供が抱える悩みに上手く着目していて、わかりやすいポスターでよかった。
- ・はっとさせるもの、よりそうものが多く、高校生からの視点を感じた。
- ・いじめという暗い印象のある題材でも明るく前向きなキャッチコピーと、考えさせられる、投げかけられるような言葉とポスターが多いと感じた。
- ・いじめ防止のメッセージが伝わるのはもちろん、それを説教臭くない形でうまくポスターに落とし込んでいるのがよいと感じた
- ・様々な角度からいじめ撲滅へのメッセージが込められていて、感銘を受けた。
- ・言葉だけでなく、色合いやデザインの工夫もあり、一枚の絵から高質な情報を受け取る事ができた。
- ・ポスターに込められた意味にはっとするような作品ばかりでとても素晴らしかったです。
- ・社会全体で考えていくべき課題だなと改めて思える作品だった。

Fig. 12 一般来場者アンケート結果

2-1-8 岐阜工業高校見本市への展示

岐阜工業高校におけるモノづくり見本市として、『工業高校ならではのキットを使って、「わくわくドキドキできる」ものづくりを楽しもう！』をテーマにワークショップを他学科が実施する中、ポスターを展示した。開始当初は、ルーム内での展示であったが、オリエンテーションルーム内の活動状況の集客として、外側のガラス壁面沿いに展示することができた。

その結果、ルーム内での活動をPRできるカタチを整えることができた。

期 日：令和3年8月11日（水）～12日（木）

対 象：デザイン工学科ビジュアルデザインコース

場 所：岐阜かかみがはら航空宇宙博物館（オリエンテーションルーム）



Fig. 13 展示の様子

概 要：岐阜市いじめ防止対策推進条例ポスターの制作内容をロゴマークと共に展示

2-1-9 モデルルームでの展示

住宅建築会社木下工務店にて、デザイン工学科での取組である、いじめ防止対策推進条例ポスターおよび住宅模型を展示していただいた。本校の PTA 役員を務めていただいている縁で、コロナ過で展示会が思うように開催できないことを考慮していただき作品展示に至った。今回のように一般の企業様への展示は初の試みで、地域との協働という観点から、多大な機会を提供していただけたとともに、デザイン工学科の取り組みを企業での作品展というカタチで評価していただけたことに感謝したい。

期 日：令和3年8月28日（土）～9月12日（日）

場 所：住宅建築会社 木下工務店モデルルーム（岐阜市大脇）

概 要：岐阜市いじめ防止対策推進条例ポスター12作品、スツール（椅子）5作品
住宅設計製図及び住宅模型10作品の展示

その他：令和3年8月28日（土）岐阜新聞朝刊掲載



Fig. 14 モデルルーム展示の様子

2-1-10 ポスター及びムービーの贈呈

岐阜市役所新庁舎を訪れ、ポスター及びムービーの贈呈式では、ロゴマークのデザインおよびポスターのデザインコンセプトなどの概要について、制作のポイントや条例の内容をどのように作品に反映させているのかを岐阜市教育長へ説明した。また、サプライズで制作したロゴマークの缶バッジを提案した際には、岐阜市の教育関係者に使用したいと後日、200個程度制作依頼をいただいた。缶バッジについては、本校に所属するデザイン研究部にて制作した。

期 日：令和3年9月29日（水）

場 所：岐阜市庁舎18階 教育長室

参加者：岐阜市教育長 水川 和彦氏 岐阜市教育委員会事務局

ビジュアルデザインコース、デジタルデザインコース 3年生代表2名

概 要：16:00～16:05 岐阜工業高等学校生徒来庁・作品の搬入

16:05～16:30 作品贈呈式 生徒への質疑応答

その他：令和3年10月9日（土）朝日新聞朝刊掲載

令和3年10月1日（金）岐阜新聞朝刊掲載

令和3年9月30日（木）中日新聞朝刊掲載



Fig. 15 作品贈呈式の様子

2-1-11 ポスター等の展示について

岐阜市教育委員会によるポスター展示があり、岐阜市の所有する施設にて、多くの方々に周知できる機会を得ることができた。

「新庁舎ポスター展示」

期 日：令和3年10月1日（金）～10月14日（木）

場 所：岐阜市庁舎1階のエントランスモール

対 象：ビジュアルデザインコースポスター12作品及びロゴマーク作品

「人権パネル展」

期 日：令和3年12月6日（月）～12月10日（金）

場 所：みんなの森 ギフメディアコスモス ドキドキテラス

対 象：ビジュアルデザインコースポスター12作品及びロゴマーク作品



Fig. 16 新庁舎ポスター展示（左）および人権パネル展（右）の様子

2-1-12 成果・考察

ムービーおよびポスター制作後の生徒アンケート結果から、今回の取り組みを通し、授業で学ぶデザインの知識・技術の向上はもとより、一般のムービーアニメーションやグラフィックデザインポスターの制作価値を感じることができた。さらに、課題を「デザイナーの仕事」として感じることもできたなど、クライアントである岐阜市教育委員会からの信頼における使命感を達成することができたと思われる。

この岐阜市いじめ防止対策推進条例のリサーチにあたっては、悲観的な表現を極力避け、何か新しい切り口であるアイデアの部分进行调查する中、様々なアイデアがブレインストーミングをとおして出てきたが、全体のコンセプトがまとまりにくいことも実情であった。しかしながら、個々のテーマを条例の項目に従ってまとめていくにしたがって、芯を固めていくことに成功した。その芯にあたるものが、ロゴマークである。思いもよらず、ロゴマークをデザインしようという発想を得ることができた。また、商業ポスターにあるブランドマークと同じようにポスターやムービーの頭に挿入することで、条例のシンボル化を図ること

に成功した。今回の「岐阜市いじめ防止対策推進条例」というある意味では抽象的なモチーフが、デザインをとおしてカタチとしてつくり上げてきた過程において、技術表現的な要素は着実に達成していることが見て取れたが、なによりも生徒だれもが、自身の周りの人間関係だけではなく、社会全体の世間に目を向けることができたことに感謝したい。

制作後の生徒アンケート結果、目標の達成度（Table1）及びループリック（Table2）を以下に示す。

【制作後の生徒アンケート結果】

- ・直接的な描写を使わず、いかに相手に伝えるか試行錯誤しました。
- ・ムービーを見て、ひとりでも救われる子がいたらいいなと思います。
- ・新たに改正された「保護者の責務」に関わる作品制作をし、この動画を見ていただくことで、自分の子に親身になって関わる方が増えたらと思います。
- ・音声を入れることで、感情が伝わりやすくなると感じた。
- ・「抱え込まずに相談する」ことについて伝えたいため、相談の電話番号をラストに入れる工夫をしました。
- ・作品の制作を通して、自分たちがいじめに向き合う姿勢が大切なことを今一度気づかされた。
- ・いじめが、「いつでもどこでも起こりえる」ことだということをリサーチしていく中で、深く学びました。さらに作品を通して多くの人に伝えられるかを考え、取り組むことができました。
- ・今までの生活の中で、いじめに出会ったことがないため、ムービーでの表現はとても難しかったです。
- ・コースのみんなで制作したポスターを通して、いじめが少しでも減少し、役に立つことを願っています。
- ・テーマを考えることに多くの時間を使いましたが、現在の社会の状態につながるテーマができたことが良かったです。
- ・ポスターを制作して、いじめの現状をより深く理解できたことと、ポスターに自分の思いを込めることができたので良かったです。
- ・いじめの課題を通して、「色々な視点から物事を見る」ということが大切だと気づきました。偏った自分の意見を見直すことができ、新たな発見がたくさんできました。

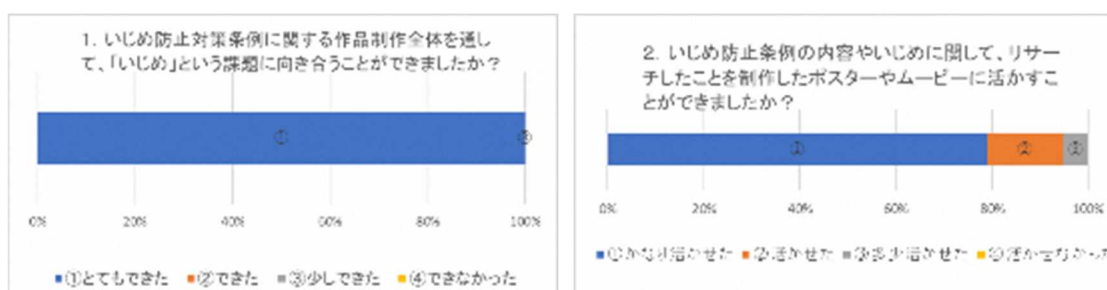


Fig. 17 制作後のアンケート結果

Table1 ムービーおよびポスター制作に関する達成度

評価項目	理想的な達成レベル			標準的な達成レベル			未達成レベル		
評価者	生徒	教員	外部	生徒	教員	外部	生徒	教員	外部
表現力	84%	71%	83%	16%	29%	17%	0%	0%	0%
画面構成の技術	78%	86%	83%	22%	14%	17%	0%	0%	0%
制作技術	73%	57%	83%	27%	43%	17%	0%	0%	0%

Table2 ムービーおよびポスター制作に関するループリック

項目 表現力			
段階	理想的な達成レベルの目安	標準的な達成レベルの目安	未達成レベルの目安
到達目標	全体を通したムービー映像やポスターレイアウトが理解でき、各エレメントの関係性や調整ができる。	何を表しているのかが伝わり、いくつかのエレメントを使用または配置することができる。	個々のエレメントがランダムな構成で、バランスがおかしい。
項目 画面構成の技術			
到達目標	全体の構成に対して、ムービーやポスターの特性を把握しながらエレメントの選定ができる。	各映像やレイアウト画面にあったエレメントを選定することができる。	コンセプトで指定されたエレメントを選定することができない。
項目 製作技術			
到達目標	全体の手順を理解し、基準となるCGアプリケーションやアクリルガッシュの特性を把握しながら作業ができる。	使用するCGアプリケーションやアクリルガッシュによるハンドワークに準じて作業ができる。	CGアプリケーションやアクリルガッシュによるハンドワークが理解できず、作業手順が理解できない。

2-1-13 課題

課題作品展などを通し、一般来場者や岐阜市教育委員会の方からのムービーおよびポスターの評価は非常に高いものではあったが、実際の児童生徒へのタブレット配信やポスターでの広報など現在のところ周知されていない。この作品については、次年度計画において、岐阜市教育委員会より配信、広報される予定である。また、成果報告会での来場された企業様より、会社敷地の通りに面した道路掲示板へ掲載したいといったリクエストもいただくことができた。これをふまえ、岐阜市いじめ防止対策推進条例について、一人でも多くの方々へ周知PRするために、岐阜市教育委員会だけに頼らず、本校からも積極的に発信する必要がある。

2-2 FC 岐阜フィールド看板デザイン

地元企業とのコラボレーションをテーマとしたデザイン研究を進めてきた。その中で、サッカーJ3「FC 岐阜」のスポンサーを務める「SOZAI LAB（素材ラボ）」（運営会社：株式会社 文化社）のフィールド看板をデザインした。（株）文化社は、長良川球技メドウに設置するためのフィールド看板を更新するにあたり、新たなデザインを考えている。そこで、岐阜工業高校デザイン工学科の学生によるデザインを提案した。

製作物：フィールド看板デザイン 及び 「素材ラボ」のロゴタイプ

規格等：フィールド看板（サイズ：縦 900 mm×横 4500 mm）

全面シート印刷（シート張り仕上げ）

2-2-1 「素材ラボ」についての講義

ウェブサイト運営の素材ラボからの講義では、サイトの基本情報として事業内容や規模、サイトの利用者などの内容で、このサイトは、国内トップ3に入る規模であり、1日平均閲覧回数7万4千回、ピーク時20万回、会員登録数27万人という大規模なサイトであることが理解できた。この講義を通して、最終的に、素材ラボのロゴタイプに思うメッセージを感じとることができた。そのサイトに込めたメッセージは、「素材を通じて人と人の交流場所になりたい」というもので、ウェブの背景から、サイト運営は全国が対象ではあるが、地元の岐阜、笠松においても人のつながりをつくって思いを広げていきたいという願いがあった。さらに、「楽しい」「わくわく」「ワイワイ」などブレインストーミングで発想されるデザインキーワードを知ることができた。

期 日：令和3年4月26日（月）

対 称：デザイン工学科 3年生（選択製図受講者37名）

講 師：株式会社 文化社 江口卓哉 氏

概 要：サイト名「素材ラボ」の基本情報、サイト利用者、
ロゴタイプの用途やメッセージ、連想イメージなど
についての講義



Fig. 18 講義の様子

2-2-2 成果・考察

この講義を通して、デザイン分野であるサイン（看板）の制作者側やクライアント側の背景を学び取ることができた。講義アンケート（Fig.18）の中から、今までに気になった看板はありますか？という設問では、約半数が「ない」と答えているが、講義の理解や講義内容の今後実施するデザインへの反映について、ほぼ全員から理想の回答を得ることができた。また、自由記述からは、色やカタチにとらわれるだけではなく、温かさなどの心情効果を伝えたいという思いがけない回答については、講義からクライアントの心理を読むことができる力がついたことを評価できる。

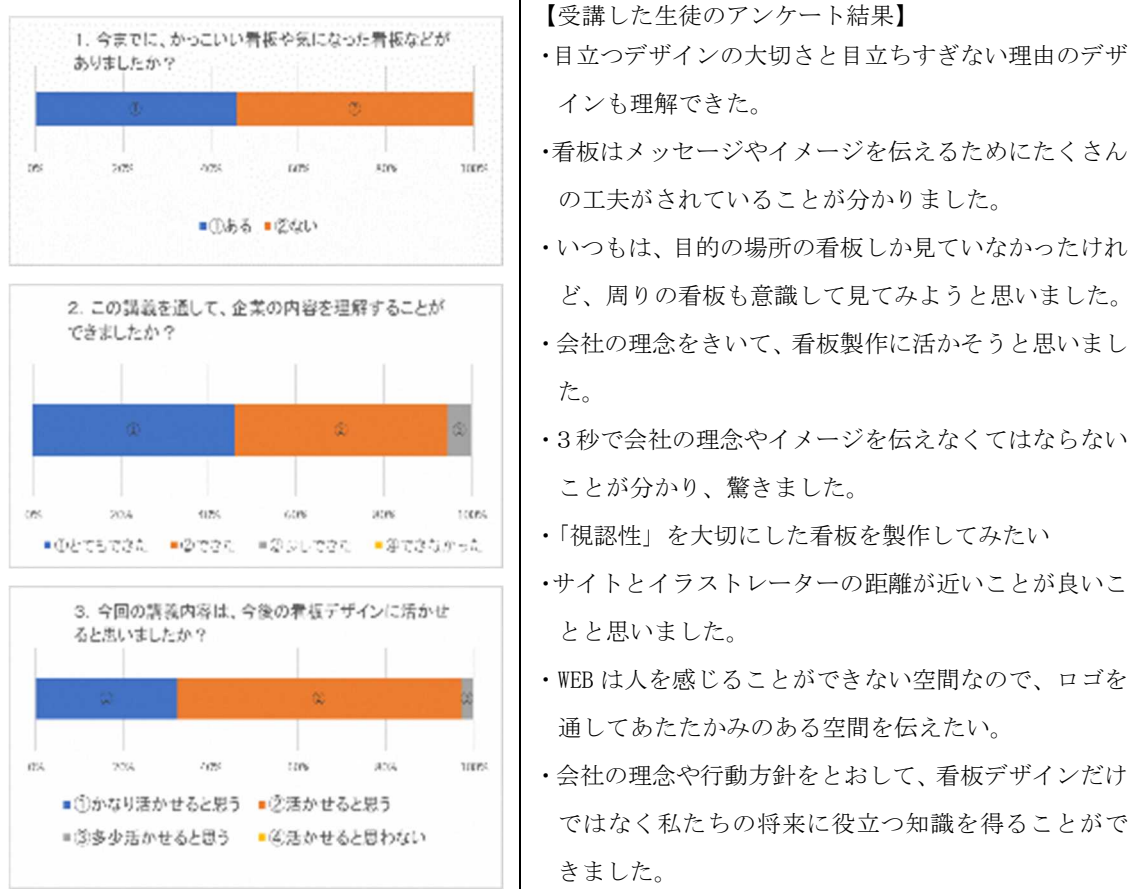


Fig. 19 受講者アンケート結果

2-2-3 フィールド看板の制作手順

- ①「素材ラボ」についての概要、会社説明の講義
- ②ロゴタイプのリサーチ（ロゴタイプ：文字）
- ③リサーチしたロゴタイプの検証（イメージをSD法にて検証）
- ④アイデアスケッチ（企業からの表現テーマおよびキーワード設定あり）
- ⑤アイデアの検証（SD法、グループ検証、改良点と説明）
- ⑥アイデアスケッチパターン（1/18 スケール、A4用紙横置き）50 mm*250 mm
- ⑦方眼紙による作図（1/12 スケール、A3用紙横置き）75 mm*375 mm
- ⑧アドビイラストレーターによるデジタル化

2-2-4 ロゴタイプのリサーチから検証

生徒が所有するタブレットを使用し、世の中で目にする気になるシンボルマークやロゴタイプをリサーチした。リサーチでは、四つのマークやロゴを選択し、一つのマークやロゴを10分間でトレースすることを条件に作画技術の向上を図った。この手法は、丁寧に長い時間をかけて描くことではなく、決められた時間において、いかにその情報である色やカタ

チを表現することができるかが課題で、そのメタ情報についてもリサーチするよう試みた。

次の段階として、リサーチしたマークやロゴについて、SD 法を用いてそのデザイン要素を検証した。SD 法の項目については、素材ラボの講義で提唱された看板デザインへの願いを基にしたキーワードを項目に反映し、そのレベルを検証した。

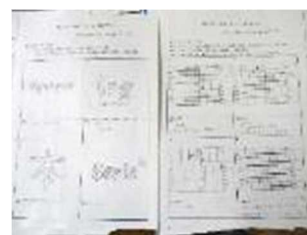


Fig. 20 SD 法の検証

2-2-5 アイデアスケッチからのアイデア検証

リサーチにおける一般のマークやロゴを SD 法で検証できたことをふまえ、クライアントのコンセプトを意識したより多くのアイデアを捻出し、さらにその中からいくつか抽出したアイデアスケッチから、一つに絞り込んだアイデアを SD 法で検証した。その後、コロナ禍の中で、密なグループ討議を避けるため周りの生徒から記述によるコメントをもらうことで、デザインを改善することに成功した。その改善については、周りからのコメントをふまえ、リデザインの考えを基にアイデアスケッチをまとめることである。



Fig. 21 アイデアの検証

2-2-6 アイデアスケッチパターンから作図まで

検証を終えたアイデアを 1/18 スケール (50 mm×250 mm) で作図し、色彩やレイアウトの違う 2 パターンを描いた。この A4 横置きサイズに収まるパターンから、さらに一つのパターンに絞り込み、これを 1/12 スケール (75 mm×375 mm) にて A3 方眼紙に作図した。この方眼紙が、原図である。これ以降については、デジタル化を進めるにあたり、この原図が基となっている。



Fig. 22 1/18 スケールのパターン

2-2-7 企業へ提案

原図 (方眼紙) からトレーシングペーパーへ写し取ったデザイン案を企業へ提出した。企業側にて、デザインを選考後、配色やロゴの細部にかかわるコメントをいただくことができた。「明るくポップにする」「文字に立体感を出す」「色彩を増やす」など具体的なコメントの内容である。最終選考案は、2つの案 (Fig. 22) に決定した。

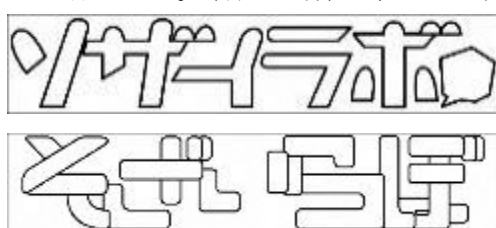


Fig. 23 デザイン案と選考の様子

2-2-8 色彩パターンの提案および最終案決定

原図の2案について、配色の段階となった。カタカナのロゴとひらがなのロゴのそれぞれに同一の配色パターンを計画した。その時、さらに新たなアイデアが出現している。ひらがなの「そざい」、カタカナの「ラボ」を合成させたデザインである。これは、企業コメントの「明るくポップな」というイメージを意識したときに発想され、色彩パターン項目に加えることとなった。最終的に選考されたパターンは、仮名を合成した新たな案に決定した。

決定要件としては、文字の持つそれぞれの意味が仮名としてまとまっていること、フィールドの芝がグリーンであることに対して、シンプルに目立ち、視認性に優れていることなどである。



Fig. 24 色彩パターンと仮名の合成 (右上)

2-2-9 ロゴタイプのサプライズ

今回提案したロゴの中からフィールド看板デザインとは別に「素材ラボ」ホームページの企業ロゴとして、Fig. 24 のデザインも採用していただいた。このデザインは、イラストレーターでトレースすることなく、質感を活かした手書き良さのまま採用された。

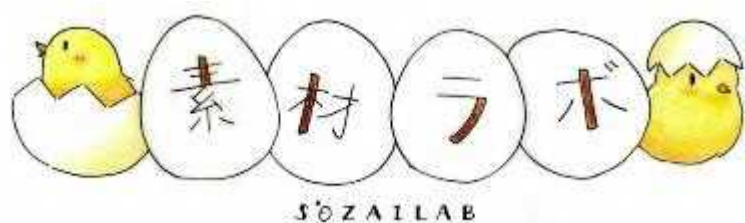


Fig. 25 ホームページの企業ロゴ

2-2-10 看板製作の現場見学

看板デザインが決定し、実際の施工現場を見学させていただくことができた。幅90cm、長さ2m25cmの2分割のシートを板（アルミニウム複合版）に貼り、大型のスキージにてドライ貼りの施工である。本校においてもシート貼り仕上げは、広告美術仕上げ技能検定をとおして挑戦しているが、水貼り仕上げしか体験しておらず、実際の施工現場で乾式のドライ貼りを見学させていただけたことは、大変貴重な体験であった。



Fig. 26 ドライ貼りの施工現場

2-2-11 長良川球技メドウへの設置

期 日：令和3年10月17日（日）

場 所：長良川球技メドウ（岐阜市長良福光青襖 2070-7）

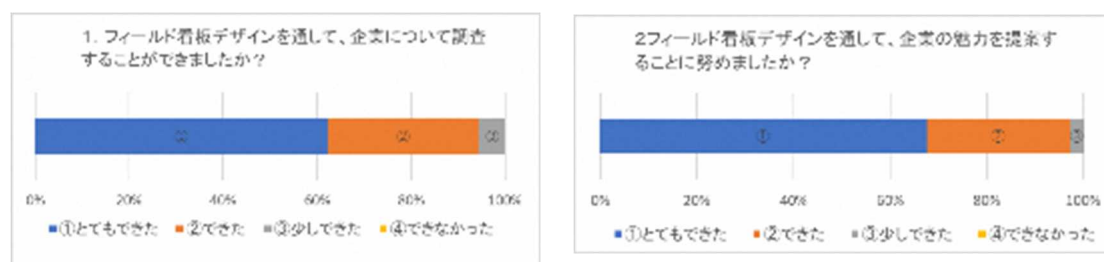
メドウへは、素材ラボのスタッフの方が設置され、その当日は、FC 岐阜の試合が組まれており、多くの方々の目に留まる看板となった。コロナ過であったため、現地の看板を目にすることは出来なかったものの、写真画像で拝見する限り、その迫力が伝わってくることも事実である。

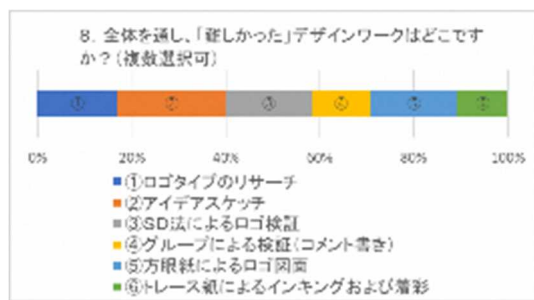
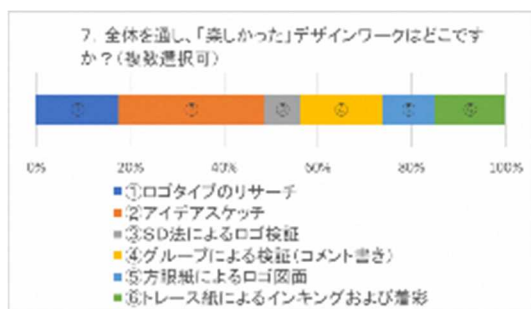
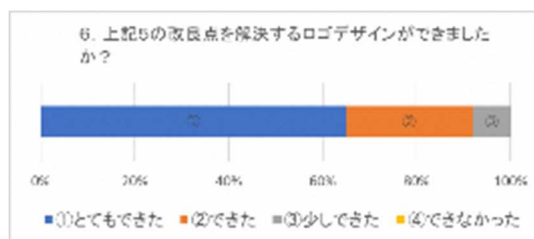
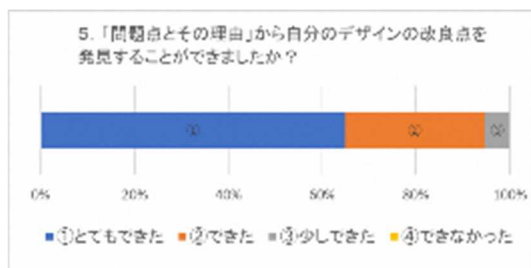
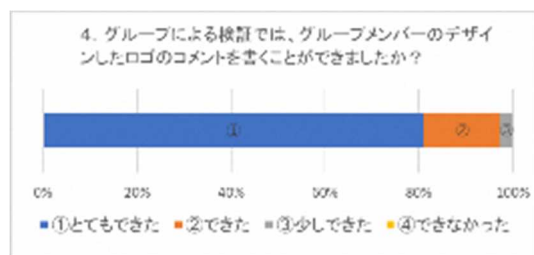
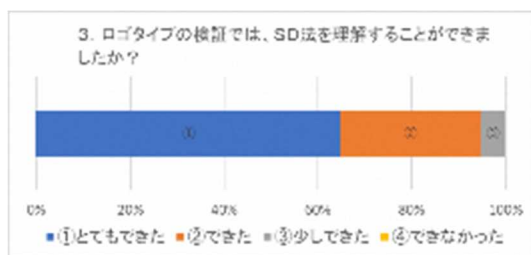


Fig. 27 メドウに設置された看板

2-2-12 成果・考察

このフィールド看板のデザインでは、「ひとつのデザインが、紙の上での見え方、ディスプレイモニターでの見え方、印刷されたシートでの見え方、そして設置された場所での見え方」が、それぞれに異なるため、最終的な設置場所など仕上がりを意識してデザインすることが大切だと感じたことである。そのためには、設置する現場環境の調査も必要であったのではないと思われる。今回の配色計画では、設計時の配色そのままを採用していただいたが、出力される用紙の特性などによる色補正や実際のフィールドへの天候状況による色彩の見え方など企業側とのやり取りがあれば、さらに良かったのではないだろうか。しかしながら、生徒アンケートの結果（Fig. 28）において、設問2では、企業の魅力を提案することに全員ができたという回答している。クライアントである企業の講義を聞き、それを使命ととらえ課題に向かった姿ではなかろうか。設問4では、他人のデザインへアドバイスができることを前提に、設問5での自身のデザインをほとんどの生徒が改善点を発見することができている。このことから主観的発想のデザインから客観的発想のデザインへと変化が見られるものと思われる。さらに重要なデザインワークとして、その改善がカタチになったかどうかである。設問6において、改善点を解決するロゴデザインができたかについては、90%以上の生徒ができたという回答している。設問7および8については対局的設問で、アイデアスケッチ段階では、3分の1の生徒が難しいと回答している。しかし、アイデアをカタチにするアイデアスケッチ以降のデザインワークの評価が、設問6のように改善できたということは最終的にカタチにできたという結果である。デザインワークにとって最も難関であるアイデアからカタチへの変換がアイデアスケッチ以降のSD法検証さらにグループワークという順を追って今、制作途中のどの段階なのかを理解し、自分が表現したいデザインを客観視できた結果ではないだろうかと分析できる。





【制作後の生徒アンケート結果】

- ・ロゴタイプひとつで、企業の情報を伝えるためのデザインがとても難しいことを再認識できました。
- ・仲間のデザインしたロゴを見て、自分の発想にはない新しい変わった案がたくさんあり、交流することが楽しかった。
- ・グループ検証の時、自分では気づかなかったことを教えてもらい、逆に仲間のロゴタイプがもっとより良くなるためにアドバイスをするときは楽しかった。また、私自身も勉強になった。
- ・SD法をすることで、それまで、自分の中に思い浮かばなかったアイデアが出てきて楽しかった。
- ・クライアント本人からのコメントを聞き、改善点などを探せたらよかった。
- ・今まで、ロゴを考える授業はあったけれど、企業のようにクライアントからの要望に応えることは初めてだったため、難しかったけれど楽しかった。
- ・イメージに沿って配色を考えるだけでなく、看板そのものの環境など背景を配慮してデザインしなければいけないことを学んだ。
- ・友達から「いいと思う」と言われたことがうれしかった。
- ・グループ検証で、いろいろな人のデザインを見て刺激を受け、自分のデザインを新しい視点から見直すことができた。
- ・企業の求めるものに近づけるため、SD法を実際に使用してロゴをデザインしたため、SD法を理解することができた。

- ・グループ検証によって、自分のアイデアの幅も広がり、貴重な経験ができて良かった。
- ・難しいキーワードの条件下で、自分の個性や遊び心を出せたのではないかと思った。
- ・世の中のロゴは、このような工程を経て、生み出されていることが分かった。

Fig. 28 全体をととしたアンケート結果

3. 結言

デザインの基本である「色・カタチ」の知識、技術を基に初年度受講した、プロダクトデザイン講義や知的財産権講義をふまえ、アイデア発想段階において、クライアントやターゲットが求めるデザインを提案することができた。また、そのデザインについて、十分な効果が得られる場合では、付加価値がついてくるのではないかと考えている。ビジュアルコミュニケーションデザイン分野でのポスターやムービーでは、そのデザインが有効な期間、すなわち寿命があることが必然で、その期間において付加価値がついた場合、リピート効果も上昇する。本事業においては、初年度実施したプロジェクトの取り組みの評価が、次年度につながるプロジェクトとなり、これについては今後さらにデザイン制作依頼など続いていくことが予想される。

専門高校のデザインにおけるものづくりでは、生徒を含め、だれでも喜び、楽しめるものを製品（本物）として提案できることを目標に本事業を進めてきた。これは、専門高校の工業分野でのモノやカタチだけにとらわれることのないデザインの価値も含めた事業である。また、デザインという媒体をクライアントはもとより、第3者に対して映像やポスターといった周知の方法など、どのように認識されるのかを意識しながら今後は、研究を深めていきたい。

地域を守る人材育成
「建設業におけるドローン活用の研究及び地域防災・減災への活用の研究」

第3 開発室

建設工学科

伊田賢二 坂井田志穂 細川嘉英 澤田一海

松野雅充 辻藍 大野博仁 栗原剛士

Abstract :

平成 24 年度南海トラフの巨大地震等被害想定調査によれば、断水による避難者は約 35 万～65 万人となる可能性があり、これに、建物被害による避難者である約 16 万人が加わることで約 80 万人が避難生活者となる可能性があるとされている。こうした災害から地域を守るために、防災に関連する技術を身につけ、専門性を生かした減災への提案を行い、地域を守ろうとする主体的・協働的に取り組む態度を養うよう課題研究を進める。

Key words :

地域防災・減災 ドローン ICT

1. 緒言

自身や地域を守る思いから地域とともに防災・減災に取り組むことを目的とする。様々な想定災害時における予想被害規模や地域の防災・減災に関する対応策を理解するとともに、工業技術により被害軽減等につなげるための資質・能力を身につけさせることが目標であり、地域の方や自治体と一緒に防災・減災について探究する。

2. ねらい

地域を守ろうとする主体的・協働的に取り組む態度を身に付けさせる。そのために、防災に関連する技術を身に付け、専門性を活かした減災への提案ができる力の育成を目標とする。

3. 根拠・背景

近年、建設業界では人口減少や高齢化の影響により担い手不足の課題に直面しており、生産性の向上を目指し、調査・測量から設計・施工・検査・維持管理・更新までの全てで ICT 等を活用する「i-Construction」を進めている。その中で測量にドローンが活用されており、本校建設工学科には企業から寄贈いただいたドローンがあることから、この現況に対応できる生徒の育成を目指し、ドローンの操縦技術を身につける実習を実施した。

また、災害時に状況を把握するためにドローンで現場の静止画像や動画を撮影する目的でもドローンは活用されており、二次災害を防ぐことにつなげることも可能であること

から、防災減災に活用できないか生徒が協働的に取り組む態度を育成した。

4. 研究内容(実施した事業内容)

○実施日程

業務項目	実施期間（令和3年4月～令和4年3月31日）											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
・命を守る訓練における避難状況の確認						1回						
・ドローン操縦体験教室					2回		2回					
・ドローン操縦技能証明証更新講習					1回							
・現場見学会									1回			
・研究成果発表									3回			

4-1 命を守る訓練における避難状況の確認

日時：令和3年5月31日(月)

場所：本校

生徒：建設工学科土木類型3年生（7名）

本校における命を守る訓練において、避難状況の確認をするためにドローンを飛行させた。

今回の訓練は、静岡県沖を震源とする緊急地震速報が発令されたことにより各教室から屋外へ避難するものであった。そのため、飛行目的は避難中にケガをして逃げ遅れた者の搜索とした。校舎内を搜索するためにはどのような飛行方法が良いのかや校舎内で逃げ遅れが発生しそうな場所の検証などを行い、訓練に臨んだ。

訓練当日は風もなくよく晴れていてドローンを飛行させるにはよい天気であった。操縦者の視界から外れる場所には目視者を配置し、目視者と操縦者が状況を確認できるように目視者はトランシーバーを携帯した。各教室を確認した結果逃げ遅れた者の発見には至らなかったが、生徒および職員が無事安全に非難することができた。

ドローンを操縦した生徒は、目視外飛行になったときに目視者とトランシーバーで連携を取り電線や街灯・渡り廊下などの障害物を避けて飛行することができた。目視者となった生徒は、操縦者が目視できない情報を操縦者の立場に立って何を伝えたらいいかを考えて



Fig1.避難状況確認の様子

情報提供することができた。また、今回は全校生徒および職員が避難している上空を飛行させる環境であったが、操縦者と目視者がドローンの状況を確認しながら安全に飛行させることができた。

4-2 ドローン操縦体験教室

4-2-1 中学生高校見学会でのドローン操縦体験教室

日時：令和3年8月2日(月)および3日(火)

場所：本校4号館1階計画設備実習室

生徒：建設工学科土木類型3年生(7名)

中学生高校見学会において、本校の実習室で建設工学科のPRのためにトイドローンの操縦体験を実施した。

中学3年生を対象に建設の魅力をアピールする方法を検討し、近年全国の建設業で推進されているIT化に焦点を合わせてアピールすることとした。その中で、時間や労力が多くかかっていた測量についてはドローンを活用して工期の短縮に繋げている。そこで、トイドローンの操縦体験を企画した。ドローンの基本操作である前進・後進、左進・右進、上昇・下降の方法を使って飛行できるコースとしてアーチくぐり、スラローム、ボウリングの3コースを考案した。

参加した中学生からは「楽しかった。建設の授業でドローンを使いますか？」という質問が挙がり、生徒が質問に答えた。



Fig2.中学生高校見学会の様子

4-2-2 岐阜工業高校ものづくり見本市でのドローン操縦体験教室

日時：令和3年8月11日(水)および12日(木)

場所：岐阜かかみがはら航空宇宙博物館

生徒：建設工学科土木類型3年生(7名)

岐阜工業高校ものづくり見本市において、岐阜かかみがはら航空宇宙博物館で建設工学科のPRのためにトイドローンの操縦体験を実施した。

対象は小学生とその保護者とし、第1回同様の目的とした。操縦コースとプログラミング飛行コースの2コースに分けて1コース10分ずつ体験してもらった。



Fig3.ものづくり見本市の
プログラミングコースの様子

参加した小学生・幼児・保護者からは中学生高校見学会同様「楽しかった。」との感想をいただくことができたが、建設業のPRについては中学生高校見学会の方が手応えを感じた。

4-2-3 オープンスクールにおけるドローン操縦体験教室

日時：令和3年10月9日(土)および10日(日)

場所：本校4号館1F材料実習室

生徒：建設工学科土木類型3年生(7名)

オープンスクールにおいて、本校実習室で建設業におけるドローンの活用についてプレゼンテーションを行い、ドローンによる構造物の点検のデモンストレーションを行った。

建設に興味を持つ中学生に対して、建設業でドローンがどのように活用されているかや災害時に活躍した事例などについてプレゼンテーションで説明した。その後、本校の校舎を橋梁の橋脚と見立ててひび割れや腐食がないか点検する作業を測量用ドローンを使用してデモフライトを行った。最後に、トイドローンのプログラミング操作を体験してもらった。

参加した中学生からは、「もっとドローンを触りたい。」というドローンに対する興味関心を持たせることはできたが、建設業についてドローン同等の興味関心をもってもらえなかったように感じた。



Fig4.ものづくり見本市の
操縦コースの様子



Fig5.橋梁点検デモの様子



Fig6.ドローンから撮影した様子



Fig7.プログラミング操作体験の様子

4-2-4 岐阜大学教育学部附属小中学校での出前授業

日時：令和3年10月29日（金）

場所：岐阜大学教育学部附属小中学校体育館

生徒：建設工学科土木類型3年生（7名）

岐阜大学教育学部附属小中学校において、『どう生きる科』の中でテクノロジー×しあわせをテーマに研究している8年3組の授業で建設業におけるドローンについての講習会とトイドローンの操縦体験教室を行った。

はじめに建設業におけるドローンについてプレゼンテーションを用いて説明した。堅苦しい内容にならないようにドローンの豆知識をドロ豆クイズとして出題した。その後グループに分かれ、トイドローンの手動操縦とプログラミング操縦の体験を行った。プログラミング操縦ではスタート位置とゴール位置を決めていくつかの条件をクリアしてゴールを目指した。グループごとにどうしたら条件をクリアしつつゴールに近づくことができるか相談し、試行錯誤する姿を見ることができた。

この出前授業では、各グループを生徒が一人で担当し、他人任せにすることなく中学生に説明したり、安全に飛行させることに責任をもって行動することを課題とした。その結果、どのグループでもトイドローンを安全に飛行させることができ、生徒の飛行管理能力を育成することができた。



Fig8.プレゼンテーションの様子



Fig9.手動操縦体験の様子



Fig10.プログラミング操縦体験の様子

4-3 ドローン操縦技能証明証更新講習

日時：令和3年8月24日(火)

ドローン操縦技能証明証の有効期限が2021年8月31日までであったため、更新手続きを行い、更新講習を受講した。

内容は2019年に改正された改正航空法についてと飛行情報共有システム（FISS）への飛行計画の登録等であった。飲酒時の飛行禁止や機体や航路の飛行前確認、他の航空機との衝突予防、人に向けて飛行するなどの危険な飛行禁止などが航空法に追加され、他の航空機との衝突予防のために飛行計画を登録することが改訂された。

4-4 現場見学会

日時：令和3年12月3日(金)

場所：東海環状養老海津中地区北地盤改良工事現場

生徒：建設工学科土木類型2年生(17名)

令和8年度開通見通しの養老IC以南の地盤改良工事の現場見学に参加した。元々、農地であった土地の改良を行っていたが、工事の途中経過がモニターで確認でき、掘り進む速度や深さ、注入する薬液の量、攪拌する回転数や回転速度などをコンピュータで管理しICTが活用された現場であった。その際、体験として自動追尾機能の付いた測量機器やCIMとVRを使った疑似体験、現場管理用ドローンの操縦体験をさせていただいた。



Fig11.現場見学会の様子1



Fig12.現場見学会の様子2

4-5 さまざまな場における研究成果の発表

4-5-1 生徒研究発表会

日時：令和3年12月21日(火)・22日(水)

場所：本校ものづくりプラザ2号館1階

生徒：建設工学科土木類型3年生(4名)



Fig13.生徒研究発表会の様子1

本校ものづくりプラザ2号館1階で実施した生徒研究会でドローンを活用した防災・減災について発表した。2日間とも午後のみの実施であったが、多くの方にドローンを活用した防災・減災についてアピールすることができた。

4-5-2 岐阜工業高校生徒研究発表会

日時：令和3年12月24日(金)

場所：岐阜かかみがはら航空宇宙博物館

生徒：建設工学科土木類型3年生(3名)

岐阜かかみがはら航空宇宙博物館で開催された岐阜工業高校生徒研究発表会でドローンを活用した防災・減災について発表した。航空宇宙博物館を訪れた一般のお客様に対してドローンが防災・減災に役立つことをアピールできた。家族連れで訪れた方たちには、お子様にはトイドローンを操縦体験してもらい、保護者にはドローンが防災・減災に活用できることを説明した。



Fig14.生徒研究発表会の様子2



Fig15.ものづくり見本市の様子

5. 結果・評価

Table1 ドローン測量に関連する理解度に関するルーブリック

	理想的な到達レベル	標準的な到達レベル	要改善レベル
ドローン操縦	8の字飛行を5回連続して安定して行うことができる	操縦者から10m離れた地点で、水平飛行と上昇・下降を組み合わせた飛行を5回連続して安定して行うことができる	対面飛行により、左右方向の移動、前後方向の移動、水平面内での飛行を円滑に行うことができる
プライバシー自覚力	ドローンの飛行経路に配慮すべきプライバシーがあることを理解でき、プライバシーを侵害しない飛行経路を計画し飛行させることができる	ドローンの飛行経路に配慮すべきプライバシーがあることを理解でき、プライバシーを侵害しないように飛行させることができる	ドローンの飛行経路に配慮すべきプライバシーがあることを理解できる

ドローン測量のデータ処理	ドローンをプログラミング操作して測量を行い、取得したデータをPCに取り込み、処理することができる	ドローンをプログラミング操作して測量を行うことができる	ドローンをプログラミング操作して測量を行うことができることを理解できる
--------------	--	-----------------------------	-------------------------------------

Table2 ドローン運行に関連する理解度に関する評価

評価項目		理想的な到達レベル		標準的な到達レベル		要改善レベル	
評価者		生徒	教員	生徒	教員	生徒	教員
ドローン操縦	一昨年度	30%	20%	10%	0%	60%	80%
	昨年度	30%	20%	30%	10%	40%	70%
	今年度	30%	20%	30%	10%	40%	70%
プライン自覚力	一昨年度	70%	20%	30%	10%	0%	80%
	昨年度	75%	20%	25%	20%	0%	60%
	今年度	75%	20%	25%	20%	0%	60%
ドローン測量のデータ処理	昨年度	0%	10%	85%	0%	15%	90%
	今年度	5%	10%	95%	0%	0%	90%

6. 考察

今年度も新型コロナウイルスの影響で緊急事態宣言やまん延防止等重点措置区域に指定されるなど、笠松町役場や羽島郡広域連合を訪問して防災・減災へのドローンの活用について提案することができなかった。今後、感染拡大が収束した時期を見計らって訪問するかオンラインで提案できるよう準備していきたい。

命を守る訓練でのドローン活用では、二次災害の可能性のある災害現場での活用を想定した運航ができた。今回は校舎内に逃げ遅れた人やけが人がいないかに着目して運航したが、校舎と校舎の間で目視外飛行になったときに電波が届かず操縦不能となった時があった。これについては、できる限り目視外飛行にならないよう運航することで回避していきたい。

トイドローンの操縦体験教室は例年以上に回数も増え、内容も基本操作を使っていかに楽しんでもらえるかなどを検討できたため、幼児から中学生までの対象者について満足してもらうことができた。ただし、トイドローンと建設がどのような関係があるかについては効果的にPRできなかったのが今後の課題である。

課題として、ドローンについて指導できる職員の育成も残っている。トイドローンの操作について指導できる職員は以前より増えたが、測量用ドローンについて指導できる職員は未だに1人である。原因は、講習会に参加するのに受講料が発生することと少なくとも2日

間の時間が必要であると考えられる。本校で測量用ドローンを活用し、生徒に指導していくには航空局への飛行許可申請が必要不可欠である。また、法改正により飛行情報共有システムへの飛行計画の登録も必要となった。そのことを知らない職員も多い。今後は、無責任にドローンを飛行させないようにマニュアル作りもしていかなければならない。

7. 結言

地域を守る人材育成として「建設業におけるドローン活用の研究及び地域防災・減災への活用の研究」を行い3年目となった。

建設業における測量業務や現場の進捗状況の把握にドローンが活用され、一昨年は崩壊した国道41号線の災害復旧において工期短縮に役立った。地域防災・減災への活用としても年々増えている大雨による土砂災害の現場の状況把握に活用され、報道番組でもドローンで撮影した映像が放映されるなど目にする機会が増加している。

地域を守るためにドローンを活用できる生徒の育成に今後も努めていきたい。

地域を守るテクノロジストの育成
「災害時の水の確保～水ろ過装置の製作～」

化学技術工学科 吉倉公恵 野澤美幸 前川隆英 岩田仁見
吉田賢史 吉田由貴

Abstract :

化学分析技術を深く学ぶことで、水質・土壌などに関する環境問題への理解を深める。大学・企業と連携し、分析技術の理解を深め、社会と化学の関わりについて理解する。これらで得た知識及び技術を基に、水ろ過技術の開発の研究を行い、災害時に使用可能なろ過装置の製作を行う。

Key words :

ろ過、浄水、飲料水、手洗い用水、自然災害、機器分析、新型コロナウイルス感染症対策、防災、減災、麦飯石、竹炭

1. 緒言

東日本大震災から10年が経過しようとしている。災害大国日本では、自然災害の発生件数は変動を伴いながら増加傾向にあり、特に昨今の被害状況は甚大であり、激甚災害として指定されるものも多い。(Fig.1)

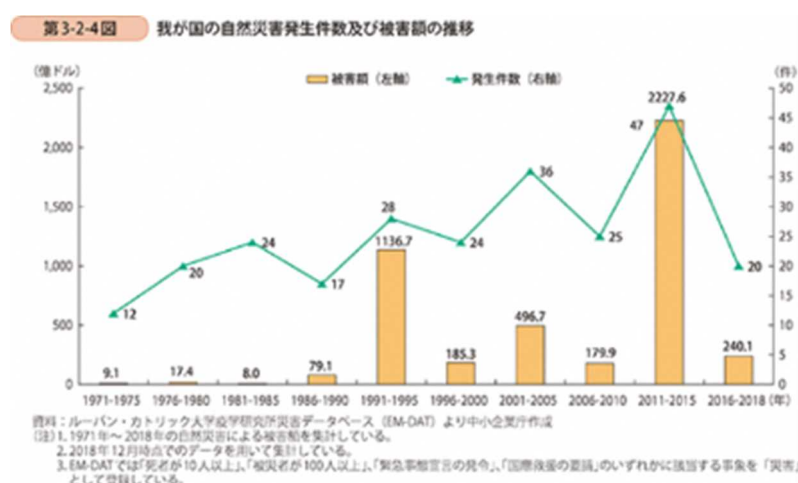


Fig.1 自然災害発生件数の推移

大規模地震や水害などの自然災害によりライフラインが寸断されてしまった際、真っ先に困るのが『水』の問題である。自然災害が起こるたびに被災者が水を求め、給水車に列を成しているのを目の当たりにする。

民間企業が実施したアンケートによると被災直後に困ったこととして『水の確保・持ち運び』が上位に上がっており、その重要性がうかがわれる。(Fig.2)

生命維持のための飲料水はもちろんのこと、2020年より新型コロナウイルスの世界的流行により、感染症対策として手洗い用の生活用水の需要が急拡大している。新しい生活様式が呼びかけられ、防

災とりわけ避難のあり方についても、大きく変わり、これまでのような学校や公共施設への集団避難では三密は避けることができないばかりか、ものの共有・共用も避けられないため、感染対策を十分に行わなければ、避難所での感染拡大を招きかねない (Fig.3)。感染対策による避難所の収容人数減少や上記のような懸念から、2020年以降、災害時の避難判断を鈍らせる一因となっており、対策が急務である。



Fig.2 震災直後に困ったこと



Fig.3 コロナ前後の避難所の様子 (左：コロナ前 右：コロナ後)

また、この岐阜工業高校のある笠松町は給水車を持ち備えていない。つまり、ライフラインが止まってしまったら、近隣の自治体からの応援を待つしか手立てはない。あらゆる場面で欠かせない存在である水を、給水支援やライフラインの回復を待つだけでなく、自分たちの力で生み出し、地域を守りたいという思いにより本研究は進められた。さらに、チームで取り組むことでコミュニケーション力の向上や、仕事を進める上で大切にしなければならないことを学び、将来の地域を守る技術者を育成することも視野に入れている。

2. 研究内容（実施した内容）

2-1 実施日程

		実施期間（平成31年4月から令和4年2月まで）											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	
水ろ過装置の製作	第1年次	2	4	3	2	0	3	4	3	2	2	成果発表	
	第2年次	コロナによる 自宅学習		2	3	2	3	4	2	4 成果発表	2 成果発表		
	第3年次	3	4	3	3	高校見学会	2	4	3	3 成果発表	2 成果発表		
校外施設見学	第1年次			※1									
	第2年次							※2					
	第3年次								※3				
外部講師による講話	第1年次								※4 ※5 ※6				
	第2年次							※7					

Fig.4 本研究の実施日程

※1 岐阜市下水道事業北部プラント及び北西部プラントの見学

※2 岐阜県産業技術総合センターの見学

※3 岐阜県公衆衛生検査センターの見学

※4 『土壌分析の基礎～土壌分析からわかること～』

株式会社環境測定センター様

※5 『地域防災～てんでんこから学ぶ岐阜の地域防災』

中部サイデン株式会社様、元本校職員 古家正明様

※6 『原子吸光分析の基礎と操作法』

株式会社日立ハイテクサイエンス アプリケーション開発センター様

※7 『化学と他民族共生』

岐阜大学工学部 化学・生命工学科 教授 リム・リーワ様

2-2 水ろ過装置の製作 [概要]

第1年次は、砂および生物によるろ過装置を製作し、透明度が高く1t/日という多量の水を得ることができた。(Fig.5 左)

第2年次からは、近隣の川の水を原水としてろ過装置の製作に取り組んだ。飲料可能な水を確保できるようろ過精度を上げ、さらに装置の小型化を図った。(Fig.5 中央)

第3年次は、これまでの水ろ過ノウハウを基本とし、安心して避難所を利用できるよう感染対策に重点を置いた手指洗浄用の水を確保できるようろ過装置の製作に取り組んだ。(Fig.5 右) また、水中に存在する大腸菌をはじめとする菌類の課題についても取り組むこととした。



Fig.5 本研究で製作した水ろ過装置

2-3 ろ過水の信頼性

(本研究では、ろ過した水の透明度を表現するため、ろ液ではなくろ過水とよぶ)

2-3-1 水質基準

私たちが日常使用している水道水は世界的にも非常に厳しい基準が設けられ、Table. 1 に示す51項目に加え、自主的に74項目を管理することが求められている。私たちはTable.2 に示す建築物衛生法が定める水道水以外を水源とする『飲料水水質検査基準』11項目をベースにTable.3の独自の13項目の検査項目を学校の施設設備で実施した。その後、時世の変化に合わせ、感染症対策として手指洗浄用生活用水のろ過装置製作に改めたことにより、水質検査基準の見直しも行った。笠松町役場水道課様に、本研究の目的を理解いただき助言いただいた。厚生労働省より発布の『建築物環境衛生管理基準 3-(3)雑用水の管理 (ウ)散水、修景、清掃用水の維持管理』を参考基準と選定した (Table.4)。

Table.1 水道水の水質基準項目と基準値

No	項目	基準	No	項目	基準
1	一般細菌	100/ml以下	27	総トリハロメタン	0.1mg/L以下
2	大腸菌	検出されないこと	28	トリクロロ酢酸	0.2mg/L以下
3	カドミウム及びその化合物	0.03mg/L以下	29	ブロモジクロロメタン	0.03mg/L以下
4	水銀及びその化合物	0.005mg/L以下	30	ブロモホルム	0.09mg/L以下
5	セレン及びその化合物	0.01mg/L以下	31	ホルムアルデヒド	0.08mg/L以下
6	鉛及びその化合物	0.01mg/L以下	32	亜鉛及びその化合物	1.0mg/L以下
7	ヒ素及びその化合物	0.01mg/L以下	33	アルミニウム及びその化合物	0.2mg/L以下
8	六価クロム化合物	0.05mg/L以下	34	鉄及びその化合物	0.3mg/L以下
9	亜硝酸性窒素	0.04mg/L以下	35	銅及びその化合物	1.0mg/L以下
10	シアン化物イオン及び塩化シアン	0.01mg/L以下	36	ナトリウム及びその化合物	200mg/L以下
11	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/L以下	37	マンガン及びその化合物	0.05mg/L以下
12	フッ素及びその化合物	0.8mg/L以下	38	塩素イオン	200mg/L以下
13	ホウ素及びその化合物	1.0mg/L以下	39	カルシウムマグネシウム等(硬度)	300mg/L以下
14	砒素化合物	0.002mg/L以下	40	虫殺残留物	500mg/L以下
15	1,4-ジオキサン	0.05mg/L以下	41	陰イオン界面活性剤	0.2mg/L以下
16	シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L以下	42	ジェオスミン	0.00001mg/L以下
17	ジクロロメタン	0.02mg/L以下	43	2-メチルイソボルネオール	0.00001mg/L以下
18	テトラクロロエチレン	0.01mg/L以下	44	非イオン界面活性剤	0.02mg/L以下
19	トリクロロエチレン	0.01mg/L以下	45	フェノール類	0.005mg/L以下
20	ベンゼン	0.01mg/L以下	46	有機物全有機炭素(TOC)の量	3mg/L以下
21	塩素酸	0.6mg/L以下	47	pH値	5.8以上8.6以下
22	クロロ酢酸	0.02mg/L以下	48	味	異常でないこと
23	クロロホルム	0.06mg/L以下	49	臭気	異常でないこと
24	ジクロロ酢酸	0.04mg/L以下	50	色度	5度以下
25	ジブロモクロロメタン	0.1mg/L以下	51	濁度	2度以下
26	臭素酸	0.01mg/L以下			

Table.2 水道水以外を水源とする
飲料水水質検査項目

一般細菌
大腸菌
亜硝酸態窒素
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素
塩化物イオン
有機物(全有機炭素(TOC)の量)
pH値
味
臭気
色度
濁度

Table.3 Table.2 をベースにした
独自の 13 項目

一般細菌
大腸菌
亜硝酸
亜硝酸態窒素
硝酸
硝酸態窒素
塩化物イオン
BOD
COD
pH値
臭気
色度
透明度

Table.4 手指洗浄用生活用水の水質基準と基準値

pH値	5.8以上8.6以下
臭気	異常でないこと
外観	ほとんど無色透明であること
大腸菌	検出されないこと
濁度	2度以下

2-3-2 水質検査

Table.3にある独自の13項目については、市販されている簡易的なキット等で検査でき、高校生にもその操作は容易である。しかし、その精度には限界があるため、外部機関による水質検査を実施し、その信頼性を上げていくことにした。本研究の目的と内容にご理解いただき、岐阜県公衆衛生検査センター様にご協力いただいた。また、実際に検査している様子を見学させていただいた。

2-3-3 実証

ろ過した水で一日学校生活を送り、手指洗浄効果を実証し、安心安全なろ過水であることを確認した。

2-4 校外施設見学

2-4-1 岐阜市下水処理施設の見学 (Fig.4 表中※1)

水ろ過装置の開発にあたり、実際の浄化設備の見学を実施

期 日：令和元年6月28日(金)

場 所：岐阜市下水道事業北部プラント及び北西部プラント

参加者：化学技術工学科3年生7名

北部プラントは岐阜市西中島に位置し、1日最大44,100m³の処理能力を有し、嫌気好気活性汚泥法という処理方法を用いている。最初に、沈砂池と呼ばれるため池で細かい汚れを沈殿させるために低速で汚水を流し、生物反応槽にて空気を入れ、微生物を活性化し、汚れを分解する。その後、最終沈殿池で微生物とともに汚泥を沈殿させる。汚水処理で発生する汚泥は焼却処理することにより、リン酸カルシウムとして回収し、リン酸肥料に活用する取組を行っており、これは日本で初めて岐阜市が実用化している。



Fig.6 岐阜市下水処理施設の様子

北西部プラントは岐阜市曾我屋に位置し、北部プラントの右岸にある。処理能力は1日最大 34,000m³あり、凝集剤併用型循環式硝化脱窒法及び急速砂ろ過法という処理方法を用いている。汚泥沈殿のための凝集剤や殺菌・消毒のための薬品には頼らず、水を浄化することで環境及びコスト面で配慮されていることや、急速砂ろ過は最終沈殿池で除去できなかった小さなごみに対して有効であり、濁りの無いきれいな水となって川に放出されていることが分かった。

下水処理施設のノウハウを学び、自作の水ろ過装置の製作に向けて士気を高めることができた。

2-4-2 岐阜県産業技術総合センター (Fig.4 表中※2)

低真空電子顕微鏡・元素分析の講習及び実技実習

期 日：令和2年10月30日(金)

場 所：岐阜県産業技術総合センター

参加者：化学技術工学科3年生7名

センターでは、非常に高価な分析装置を自らの手で測定させていただくことができた。市販されている家庭用浄水カートリッジを分解し観察すると、元素分析装置で主成分が活性炭であることや、電子顕微鏡で無数の微細な孔を確認することができ、吸着効果の高さをうかがい知ることができた。施設職員の方々から、原理や操作方法を教授いただき、ナノテクノロジーを生徒自身の手で体感することができた。



Fig.7 岐阜県産業技術総合センターの様子

2-4-3 岐阜県公衆衛生検査センター (Fig.4 表中※3)

自作のろ過装置によるろ過水の外部検査機関を見学

期 日：令和3年10月5日(火)

場 所：岐阜県公衆衛生検査センター

参加者：化学技術工学科3年3名

第三者機関として、公正中立な立場で公衆衛生や生活環境関係の検査・分析業務を行っている。岐阜県42市町村のうち、約半分の地域の検査業務を担っている。独立性・公平性・客観性が求められ、本センターで出された検査結果は信頼性の高いものであることを学んだ。



Fig.8 岐阜県公衆衛生検査センターの様子

2-5 外部講師による講話

2-5-1 土壌分析の基礎～土壌分析からわかること～

期 日：令和元年11月14日(木)

講 師：株式会社環境測定センター

事業本部 次長 大野哲史様、技術部 課長 山口千春様

参加者：化学・設備工学科群 1年生40名(次年度、化学技術工学科進級予定者)



Fig.9 『土壌分析の基礎』講話の様子

2-5-2 地域防災～てんでんこから学ぶ岐阜の地域防災～

期 日：令和元年 11 月 19 日（火）

講 師：中部サイデン株式会社 高木郁美様 、 本校元職員 古家正明様

参加者：化学・設備工学科群 1 年生 40 名（次年度、化学技術工学科進級予定者）



Fig.10 『地域防災』講話の様子

2-5-3 原子吸光分析の基礎と操作法

期 日：令和元年 11 月 21 日（木）

講 師：株式会社日立ハイテクサイエンス アプリケーション開発センター
主任技師 坂元秀之様 、 名古屋営業課 曾我和文様

参加者：化学研究部 1・2 年生 9 名



Fig.11 『原子吸光分析の基礎と操作法』講話の様子

2-5-4 化学と他民族共生

期 日：令和 2 年 10 月 8 日（木）

講 師：岐阜大学工学部 化学・生命工学科 教授 リム・リーワ様

参加者：化学技術工学科 2 年生 40 名



Fig.12 『化学と他民族共生』講話の様子

3. 研究結果

3-1 水ろ過装置

3-1-1 第1年次

Fig.13 に示すのが、実際のろ過装置とその構造である。一番上の小石層には、多孔質な石に微生物を繁殖させたものを用いることで生物ろ過をしている。水は、装置中央の塩ビ管を通り、目の粗い砂利から砂へと下から上へ上がってくる。その後、銅片を入れた層を通り、銅イオンによる消毒がされ、ろ過水が得られる構造である。試料水には、水道水に校内で採取した土を混ぜたものを用い、ろ過した。この装置における水質検査は、ろ過直後に、バックテストなどを用いて自分たちで実施した結果である。Fig.14 はその結果の一部である。

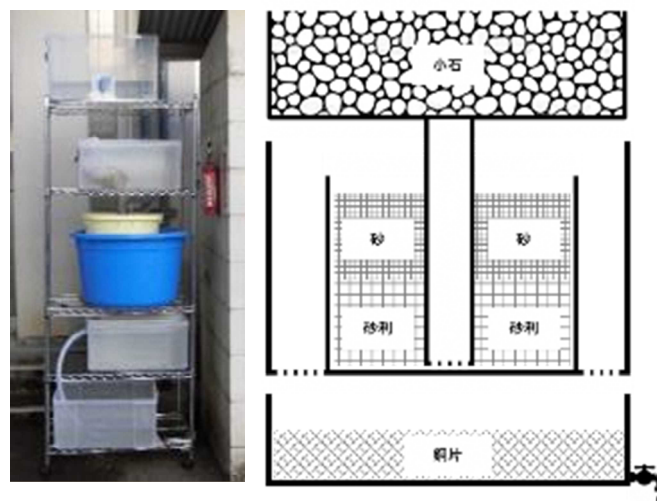


Fig.13 第1年次の水ろ過装置とその構造

	検査方法	単位	ろ過前	ろ過直後
大腸菌	バックテスト	個/mL	4	0
亜硝酸態窒素	バックテスト	mg/L	0.005	0.005
pH	バックテスト		7.5	7.5
塩化物イオン	バックテスト	mg/L	400	100
銅	原子吸光分析装置	mg/L	0.24	0.09
透視度	自作の透視度計	cm	7	73
臭気	自鼻		泥臭い	わずかに泥臭い

Fig.14 第1年次の水ろ過装置の検査結果

ろ過直後に大腸菌が検出されなかったことと共に、銅イオンが減少していることから銅による殺菌効果があった可能性は否定できない。また、ペットボトルをつなぎ、底に書いた印が見える深さを測定した自作の透視度計では、7cm から 73cm と透明度がかなり上がったことが分かる。小石、砂利、砂による物理ろ過は効果が大きかったと考察できた。

3-1-2 第2年次

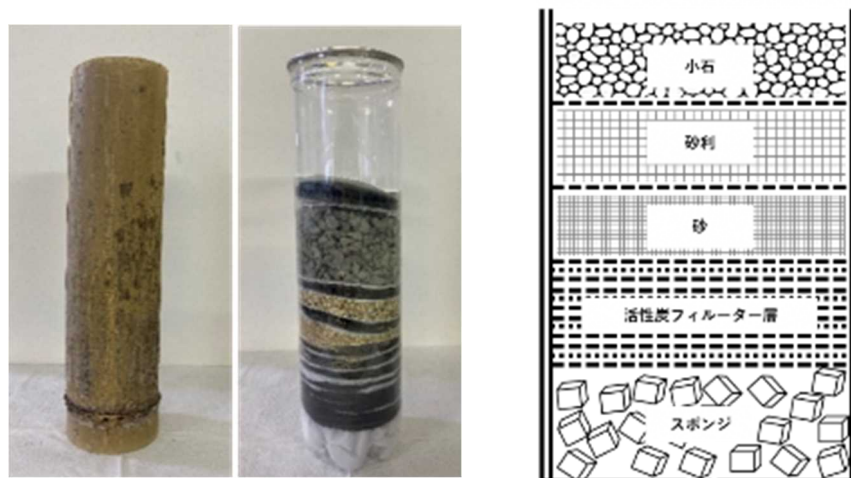


Fig.15 第2年次のろ過装置とその構造

第1年次のろ過装置は、全高2mほどあるが、上図は約30cmと小型化している。これは、2020年より世界を震撼させた新型コロナウイルス感染症対策を踏まえ、モノの共有共用を避けた『Myろ過装置』を目指したことによる。また、銅イオンによる殺菌は実用的ではないことから、ろ過容器を竹に変更した。竹は、古くから水筒として飲料水の持ち運びに利用されており、孟宗竹に含まれるp-ベンゾキノン及びその誘導体に殺菌作用があることからろ過容器に用いることとした。またろ材を選定するにあたり、市販の家庭用浄水器カートリッジを分解し、その成分分析と電子顕微鏡による観察を行ったところ、無数の微細孔がある活性炭であったことから、種類の異なる活性炭フィルターを幾層にも重ねた構造とした。試料水は学校近くを流れる境川の水を用い、ろ過した。Fig.16は、その結果である。この装置における水質検査は、Table.3の建築物衛生法が定める水道水以外を水源とする『飲料水水質検査基準』11項目をベースにした独自の13項目について、自分たちで実施した。

	検査方法	単位	基準	ろ過前	ろ過後		可否
					1回ろ過したもの	2回ろ過したもの	
一般細菌	バックテスト	個	100以下	26	9	12	○
大腸菌	バックテスト	個	検出されないこと	29	3	6	×
亜硝酸	バックテスト	mg/L	0.04以下	0.1	0.05	0.05	×
亜硝酸態窒素	バックテスト	mg/L	10以下	0.03	0.02	0.02	○
硝酸	バックテスト	mg/L	—	12	5	5	改善傾向
硝酸態窒素	バックテスト	mg/L	10以下	3	1	1	○
塩化物イオン	北川式	—	200以下	30	40	40	改善傾向
BOD	バックテスト	mg/L	—	0	20	20	悪化傾向
COD	バックテスト	mg/L	—	5	10	20	悪化傾向
pH	バックテスト	—	5.8～8.6	7.5	7	8.5	○
臭気	自鼻	—	異常でないこと	藻のにおい	竹の香り	竹の香り	改善傾向
色度	色度標準液	度	5以下	0.171	—	0.12	○
透視度	自作の透視度計	cm	—	75	—	80以上	改善傾向

Fig.16 第2年次のろ過装置の検査結果

13 項目中、9 項目で合格または改善傾向であった。また、細菌類に対する一定の効果は確認できたが、BOD と COD について数値が上昇してしまった。これは、竹に含まれる有機物がろ過水に溶け出したことが考えられる。飲料水としての基準を満たすことはできず、細菌類に対する課題が残った。

3-1-3 第3年次

新型コロナウイルスの収束が見通せない中、感染症対策に欠かせない手指洗浄用生活用水の確保に取り組んだ。右図が、そのろ過装置と構造である。第2年次に殺菌効果を期待した竹のろ過装置は、製作後時間の経過と共にひび割れてしまった。また、竹の入手も容易ではないことから、第3年次は、ろ過容器をペットボトルに変更した。これまで課題となっていた水中の一般細菌や大腸菌について、コンソーシアムメンバーである笠松町役場水道課様、岐阜県公衆衛生検査センター様に助言いただいた。岐阜県の飲用水

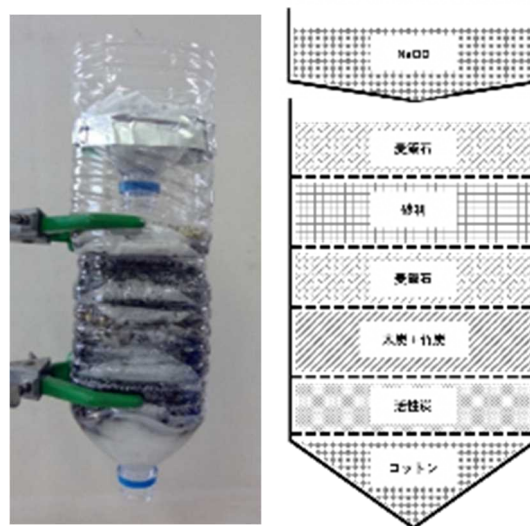


Fig.17 第3年次の水ろ過装置とその構造

は、豊富な地下水を水源とし、そこに次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) を投入することのみで、県民への給水をしている。塩素による殺菌は効果的であり、市販されているキッチンハイターなどでも十分効果があることから、殺菌方法は NaClO で行うこととした。ただし、塩素は揮発性が高く、その濃度管理が非常に難しいとされている。ろ過する川の水の量に対し、最適な NaClO 濃度を継続的に供給しなければ殺菌効果は失われてしまう。そのため、ろ過装置の NaClO の部分はアタッチメント方式を採用し、常に最適な NaClO を供給できる仕様とした。

NaClO 濃度の最適値を探るため、0.06~12%でろ過を行い、簡易検査を実施した。簡易検査の結果は、以下のようなものである (Fig.18、Fig.19)



Fig.18 一般細菌、大腸菌のパックテストによる簡易検査の結果



Fig.19 NaClO 濃度のちがいによるろ過水の色

簡易検査の結果、殺菌効果は NaClO 濃度が 0.12%以上で効果を確認できるが、濃度が高くなりすぎると塩素臭がきつく、色も黄色がかっていた (Fig.19)。また、ろ過水に残留塩素が確認できないと、殺菌もできていないことが分かった。これらのことから、NaClO 濃度は、0.12~0.18%を最適値とした (Fig.20)。

NaClO濃度	12%	6%	0.60%	0.18%	0.12%	0.06%
殺菌効果	○	○	○	○	○	×
残留塩素	○	○	○	○	○	×
ろ過水の色	黄色透明	黄色透明	黄色透明	無色透明	無色透明	無色透明
臭気	×	×	×	○	○	○

Fig.20 NaClO 濃度のちがいによる簡易検査結果一覧

次に、常に最適な NaClO を供給するために、NaClO のアタッチメント部をろ過装置のどの部分に設置するか検討した。

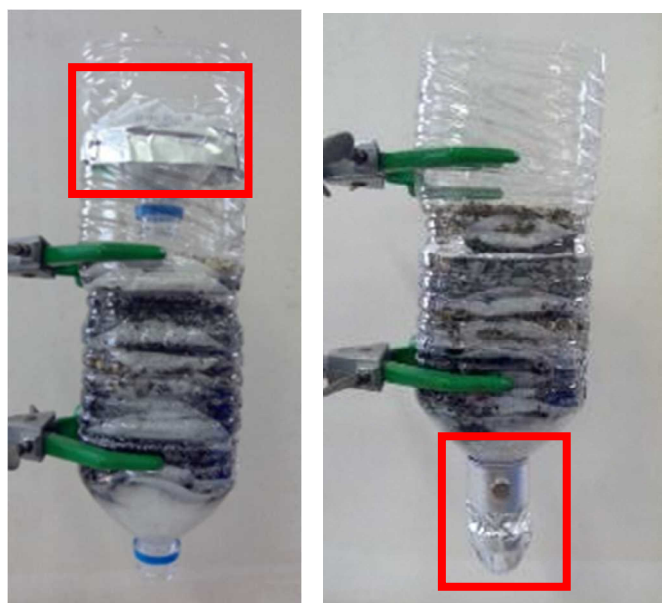


Fig.21 NaClO 部を比較検討したろ過装置
(左：上部 右：下部)

Fig.21 の左がろ過装置の上部に、右が下部に NaClO を設置したものである。

NaClO の供給方法は、前述の最適濃度 NaClO を質量比で約 9 倍をコットンにしみ込ませ、ろ過水が約 300mL 得られたところで新鮮な NaClO と取り替えている。

今回のろ過水は、岐阜県公衆衛生検査センターで水質細菌検査を実施していただいた (Fig.22)

	基準値	結果	可否
一般細菌	100CFU/mL	100CFU/mL	○
大腸菌	検出されないこと	陰性	○

	基準値	結果	可否
一般細菌	100CFU/mL	10000CFU/mL	×
大腸菌	検出されないこと	陽性	×

Fig.22 NaClO 部を比較検討したろ過水の検査結果（左：上部 右：下部）

上部に NaClO を設置したろ過水で、検査基準を満足する結果を外部機関から得ることができた。このことから、ろ過装置の構造を Fig.17 に確定し、実証実験を行った。

3-2 ろ過水の実証

ろ過した水で一日学校生活を送り、手指洗浄効果を確認し、安心安全なろ過水であることを実証した。用いたろ過水は Fig.23、また岐阜県公衆衛生検査センターによる検査結果は Fig.24 のようである。濁度と外観でわずかに基準をクリアすることができなかったが、手洗い用の生活用水として不足ないと判断した。



Fig.23 実証に用いたろ過水
（左：ろ過水 右：川の水）

	基準値	ろ過水	川の水
大腸菌	検出されないこと	陰性	陽性
pH値	5.8～8.6	8.4	7.6
臭気	異常でないこと	異常なし	異常あり
濁度	2度以下	*2.4度	12度
外観	ほとんど無色透明であること	*淡黄色混濁	汚濁
一般細菌	100CFU/mL	35CFU/mL	10000CFU/mL

Fig.24 実証に用いたろ過水の検査結果



Fig.25 ろ過水による手洗いをしている様子

10分休み、昼休み、トイレの後などに、ろ過水による手洗いを実施した（Fig.25）。実際にろ過した水で手指洗浄をする前と後の大腸菌の有無について検証したところ、洗浄後に大腸菌は検出されず、洗浄能力を確認することができた（Fig.26）。

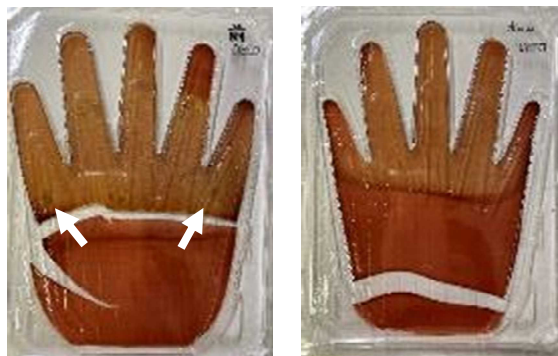


Fig.26 ろ過水による手洗い前（左）と後（右）の大腸菌

4. 考察

手指洗浄用の水質基準をある程度満足するろ過装置を製作することができた。日本の水質基準は世界でも非常に高いレベルであり、外部機関からの適合判定を受けることは容易ではないが、これまでの経験と知識で、あと一步のところまで来ているという実感が持っている。実際に災害が起き、ライフラインが止まってしまったら、給水車を持ち備えていないここ笠松町は、一気に水不足に陥ってしまう。近隣の自治体からの応援を待つ間の一時的な水の確保として、この研究の実現は悲願である。

この3年の研究期間中には、新型コロナウイルスという未知のウィルスが世界的に猛威をふるい、学校も一斉休校を余儀なくされた。学校現場のICTが急加速し、一人一台タブレットが導入され、本研究を進めるにおいても、MetaMoJiなどのアプリを活用して課題提出や情報共有をオンライン化することで、長期休業中も研究に取り組むことができた。（Fig.27）



Fig.27 MetaMoJi で研究を進める様子

研究発表の形態も、これまでのプレゼン形式からブース展示による対話形式に変わり、研究を進める仲間とのコミュニケーションだけではなく、ブースを訪れる企業の方や見学に来た中学生などの幅広い世代とのコミュニケーション力が求められた (Fig.28)。



Fig.28 様々な場面でのコミュニケーション

本研究を通して、生徒は『自分の意見をもって行動すること』『失敗から成長する力』がついたと述べている。さらには、研究を楽しいと思いながら取り組むことができたとも言っている (Fig.29)。これは、正しい答えかは分からないけれど、目標達成のために諦めることなく、ひたすら試行錯誤していく技術者としての礎となるものを築くことができたのではないだろうか。

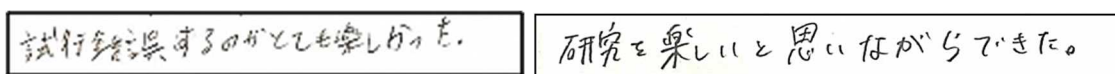


Fig.29 生徒の感想 (抜粋)

5. 結言

研究を進めるにあたり、ご理解とご協力をいただいた岐阜県産業技術総合センター様、岐阜県笠松町役場水道課様、岐阜県公衆衛生検査センター様、本校職員の皆さま、すべての方に感謝申し上げます。研究に従事した者たちが、将来、地域の皆さまを守る技術者として活躍してくれることを期待したい。

参照

中小企業庁 HP、株式会社エムティーアイ HP、東京新聞 HP、大阪府熊取町 HP

地域を守るテクノロジストの育成

「太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーの改良とインバータの研究」

第3開発室

電気工学科

岩佐昌尚 辻 久徳 今井好則 細野光史

中岡由紀 川瀬暢賛 箕浦健太

Abstract :

生活に欠かすことができない電気だが、非常災害時には、電気が無い生活を強いられる可能性が高い。電気科では、電気のスペシャリストの育成を目指し、『作る・送る・使う・守る』の4つのキーワードを元に電気の知識や技能を身に付けていく。今年度は課題研究の一環で、ものづくりを通して発電を学ぶため、前年度作成したバッテリーチャージャーの改良と直流を交流に変換し、家電製品が使えることを目標にしてインバータの製作に取り組んだ。

Key words :

発電・充電 太陽電池モジュール スマートフォン バッテリー インバータ

1. 緒言

日本は台風や地震、大雨、大雪などの自然災害が毎年のように起きている。そして、数十年以内に発生するといわれている南海トラフ巨大地震など、自然災害はいつ起きるのか予想ができない。いつ起きるかわからない災害に対して、発生を防ぐことはもちろん不可能である。これら災害時はライフラインが寸断され、日常生活はもちろんのこと、必要な情報を手に入れることも困難となる。そのため、事前の防災対策として準備をしておく必要がある

が、内閣府政府広報室「防災に関する世論調査」によると、近年の災害のため準備をしている人が増えているが、約10%の人が準備をしていないことが分かっている。そのため、不意に起きる災害には、現代人には不可欠と言っても過言ではない携帯電話をはじめとしたスマートフォンが役立つと思われる。必要な情報の収集や発信、連絡、ライトなど機能や用途は多岐にわたる。前述の大雪による車内に閉じ込められた方々も連絡手段や情報収集のためにスマートフォンを使用していた。しかし、スマートフォンも電池が切れると使用することができない。

2020年1月に日本でも新型コロナウイルス感染症の広がりを見せている。この新型コロ



Fig 1 昨年度製作したチャージャー

ナウィルス感染症の感染力は非常に高く、災害時の避難様式にも影響を与えている。内閣府発行の令和3年版防災白書においても、分散避難や旅館、ホテル、親戚・知人宅の活用を呼び掛けている。つまり、以前のように指定された避難先に行くことが困難になってきている。そういった状況の場合、『電気』の必要性は高まり、電気があればできることも増える。

今年度の電気工学科では、災害時に使用する事を考え、これまでに製作した太陽光発電を用いたバッテリーチャージャー (Fig1) の改善点を挙げ、改良したバッテリーチャージャーの製作と、発電した電気を家電製品で使用するために、インバータの研究と製作を行った。

2. ねらい

電気工学科では、電気のスぺシャリストの育成を目指して、電気に関する知識や技術を身に着けるように指導している。結果として、資格取得の合格者数として結果が出てきているが、生徒自身の主体的な行動が見られず受け身になることが多々ある。社会に出ても必要とされる人材を目指すため、生徒自らが主体的に行動を起こし、仲間と協力してテーマに取り組むスキルを身に着けることを目指した。今年度は、課題研究のテーマとして、3年生5人のチームで研究・製作に取り組むことにした。

3. 研究内容

電気工学科での取り組みは、1年目に部活動の活動の一環として、太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーの製作に取り組んだ。2年目からは課題研究の授業に取り組むことにしている。

今年度は、太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーの不満点の改善と充電した電気で家電製品を動かすために、インバータの研究と製作に取り組んだ。

今年度も新型コロナウイルス感染症の影響を受け、8月のまん延防止等重点措置の指定を受け、9月末まで生徒が登校する事ができなかった。しかし、そんな状況においても、生徒が諦めることなく取り組んでくれたことを嬉しく思った。

3-1 評価について

製作・研究に取り組むにあたり、生徒の評価方法にはルーブリックを用い、生徒には自己評価と事後アンケートを取った。評価するタイミングは作業工程に合わせて実施し、評価の部分に技能や理解度、興味関心、協調性を入れて生徒に明示した。

3-2 計画

まず、今回のテーマに取り組むにあたり、実施できる日数を確認し、計画を立てることにした。以下は、年間の実施ができる可能性ある日付の確認と、実際にできた回数を以下の通りに記す。(Table1)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
活動予定	2	4	3	3	3	3	4	3	3	3
実際の実施回数	1	4	2	3	0	1	3	3	3	3

Table 1 計画回数と実施回

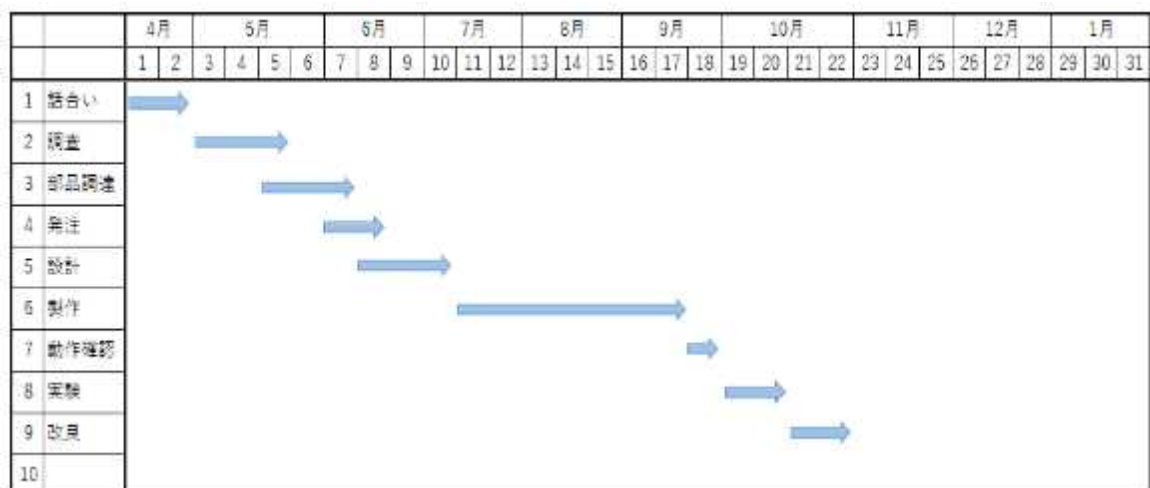


Table 2 生徒の立てた計画

上記の図 (Table2) は生徒に今後の計画を立てさせたものをデータにしたものである。話し合った上で今後何をするのか、どれだけ時間をかけるのかを決めた。計画上では11月以降は文化祭での展示発表や科内発表があり、11月以降は作業を行う予備日として考えていたようだ。

3-3 話し合いとアイデア出し

今年度も新型コロナウイルス感染症の影響が考えられたため、最初の段階から昨年度実施した進め方を踏襲した。ただし、今年度の生徒は何も分からないため、一通り説明した上でルール作りや運用を行った。

まずは、PDCA サイクルの活用について、説明を行い実施することを決めた。昨年度はPDCAの確認を副リーダーに設定していたが、今年度はリーダー・副リーダーが設定されなかったため希望により決めた。

作業前と終了時の立ち会議も取り入れるように生徒に提案をしたが、生徒の理解が得られず断念した。昨年度と違い、意見を自ら言い



Fig 2 昨年の立ち会議の様子

出すことを苦手とする生徒が多いためであると感じた。

まずは、アイデア出しをするにあたり、昨年度に製作したバッテリーチャージャーを使用し、製作するイメージを付け、改善点などを挙げてもらうことにした。



Fig 3 昨年度製作したバッテリーチャージャーでスマホを充電中

生徒たちは、太陽光パネルで発電ができるという知識はもっていたが、実際に発電され充電される様子を見て体験することができた。生徒のスマートフォンで充電が始まったときは、小さな驚きの声が上がっていた。

使い始めると各々に意見を言い出し、思いついたことを話し合っていた。それらを次のアイデア出しでまとめるようにした。

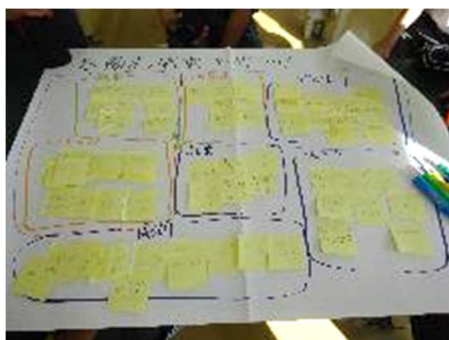


Fig 4 KJ 法でのアイデア出し

今回のテーマである、太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーの改良についてのアイデアを出すために KJ 法を用いそれぞれが意見を出し合い、どこを変更するか検討した。

KJ 法の進め方が分からなかったため、5 人で協力しながらなんとかやっているようだったが、他者の意見を非難することなく、自分のアイデアに取り入れるなど、疑問についてはすぐに聞いている様子だった。

話し合いの結果、バッテリーチャージャーの改善点は以下ようになった。

- ・鉛バッテリーが重く、持つのが大変なため、軽い別のバッテリーにしたい
- ・バッテリーをリチウムイオン電池に変更したい
- ・充電した電気で家電製品を動かしたい

などの意見が出てきて、今年度のテーマはバッテリーチャージャーのバッテリーへの更とインバータの製作に決定した。

話し合いにおける評価			
	知識・理解	興味関心	協調性
A：十分満足できる	太陽光パネルによる充電の仕組みが理解できた	発電・充電の仕組みをととても知りたくなった	建設的な意見交換ができた
B：おおむね満足できる	太陽光パネルによる充電の仕組みが半分程度は理解できた	発電・充電の仕組みを知りたくなった	意見を求められて話ができる
C：努力を要する	まったく理解できなかった	発電・充電の仕組みを知りたくない	意見交換ができなかった

Table 3 話し合い・アイデア出しの後の評価

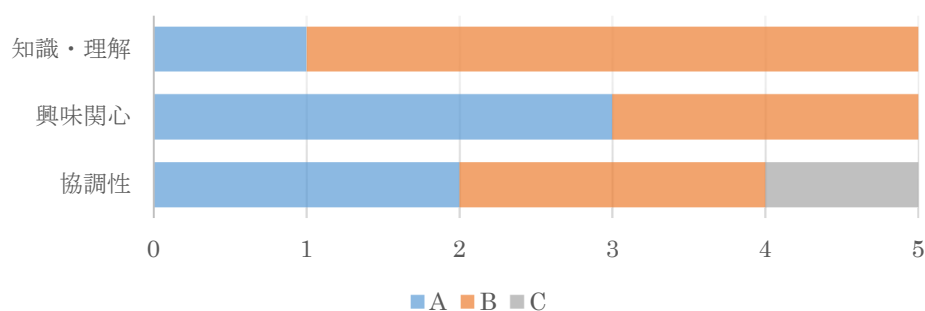


Fig 5 話し合い・アイデア出しの後の生徒の自己評価

3-4 情報収集と部品選定

まず、インターネットを利用して情報を収集した。目的は大きく以下の2つである。

- ①インバータの製作事例と回路図
- ②太陽光発電を用いた充電システムでのバッテリー使用例と代替案

これらを5人で手分けして検索していた。インバータについては、既製品より効率が良い物を製作するのは難しいと判断したため、理解を深めるために製作事例を探した。



インバータ回路の製作に必要な物とリチウムイオン電池の情報を集め、部品を選び手配する流れとなったが、新型コロナウイルス感染症の影響を受け、在庫が無い物や物流の遅延に遭い、実際に部品を手にするまでに時間を要してしまった。

情報収集における評価			
	知識・理解	興味関心	協調性
A：十分満足できる	検索した事が理解できた	意欲的に取り組めた	声を掛け合い、協力しながらできた
B：おおむね満足できる	検索した事がある程度理解できた	指示されてできた	指示されて動くことができた
C：努力を要する	まったく理解できなかった	意欲が無かった	まったくできていない

Table 4 情報収集・部品選定後の評価

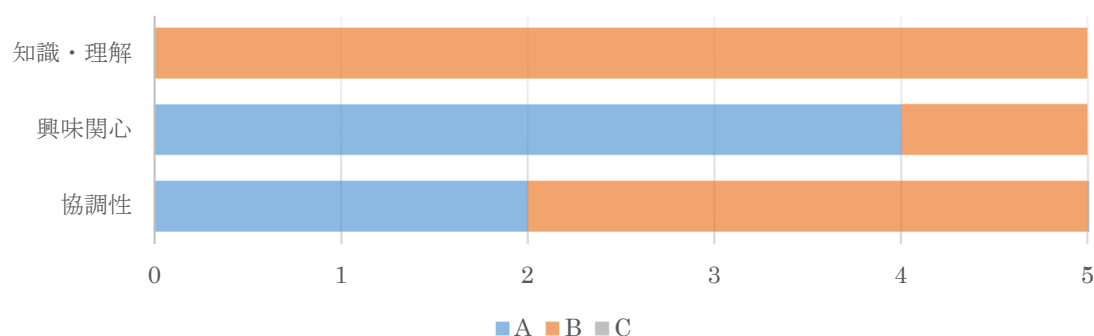


Fig 6 情報収集・部品選定後の生徒の自己評価

3-5 インバータ回路の製作

3-5-1 設計と製作

インバータ回路の設計の段階で、完成イメージをスケッチし、部品の配置を考えた。設計する段階で、製図の授業は受けていたが、製作物の設計や作図をするまでのスキルがなかったため、完成イメージや回路パターンを手書きで書いていった。



電子部品の知識や記号について知らないことが多く、インターネットを利用し調べながら回路図を読み解くことができた。インターネットで出てこないことは、教員がその都度説明を行った。

製作は10月に入ってから実際の製作に入ることができた。電気実習の中ではんだ付けの経験はあっても、考えた回路設計通りに部品配置をするのはんだ付けは経験がなく生徒は協力しながら作業を進めることができた。(Fig.7)

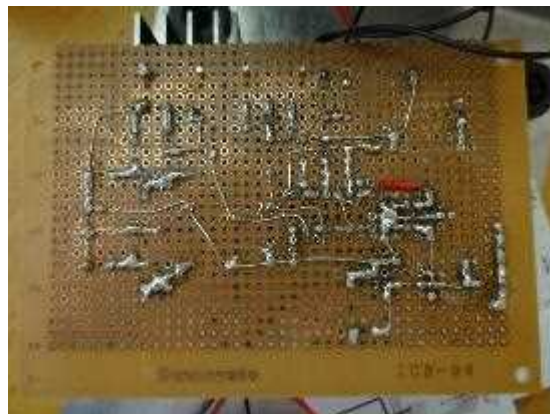
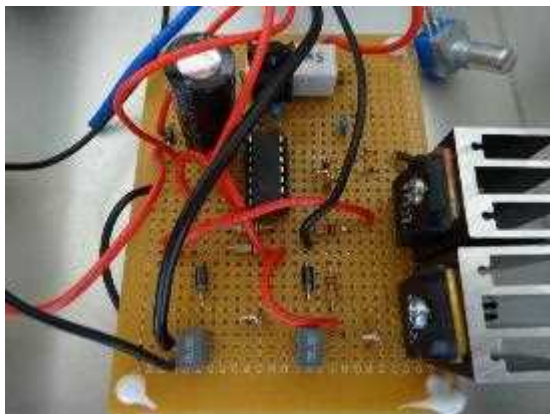


Fig 7 はんだ付けしたインバータ回路の基板

このはんだ付けとは別で、ケース加工も同時に行った。アルミケースにけがきや穴あけ加工を施し、必要部品を取り付けた。生徒は1年生の時に金属加工の実習を体験しているが、アルミのケースを加工するのはもちろん初めてで、ケガキ以外が初めての体験となった。

写真（Fig.8）は完成品のケースになるが、この形になるまでに多くの設計の時間と作業時間を要した。また、失敗作が1回ある。

生徒が主体的に作業を進めていくのだが、失敗した理由を聞くと『平面で考えていたため、部品やネジがぶつかる（干渉）ことを想像できなかった』とのことであった。原因や改善点、どうすればよかったか確認すると、経験が無いことが原因であり、紙で模型を作るなど解決方法を出すことができていた。

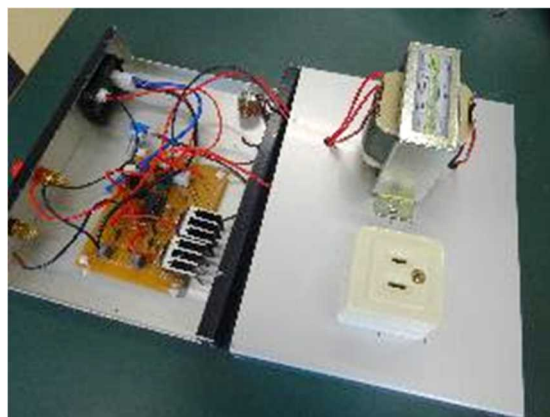


Fig 8 インバータのケース

3-5-2 動作確認

インバータ回路について、動作確認を行うために簡易的に機器類を接続し、正常に動くかの確認を以下のように行った。

- ①回路が回路図通りに配線されているか、念入りに確認する。
- ②テスターを使い、不要な接続がされていないか簡易導通テストをする。
- ③入力側には直流電源装置（定格 18V 3A）を接続し、出力側には家庭用の扇風機を『弱』に入れ、接続する。
- ④直流電源装置の出力電圧を 0V から 12V に徐々に上げていく。
- ⑤回路から異音、異臭、煙や火花が出ないか目視で確認する。
- ⑥扇風機が動き出すか確認する。

回路製作における評価			
	技術	興味関心	協調性
A：十分満足できる	正しく、早く、きれいに部品をはんだ付けができる	意欲的に取り組めた	声を掛け合い、協力しながらできた
B：おおむね満足できる	とりあえずはんだ付けができる	指示されてできた	指示されて動くことができた
C：努力を要する	まったくできなかった	意欲が無かった	まったくできていない

Table 5 回路製作の評価

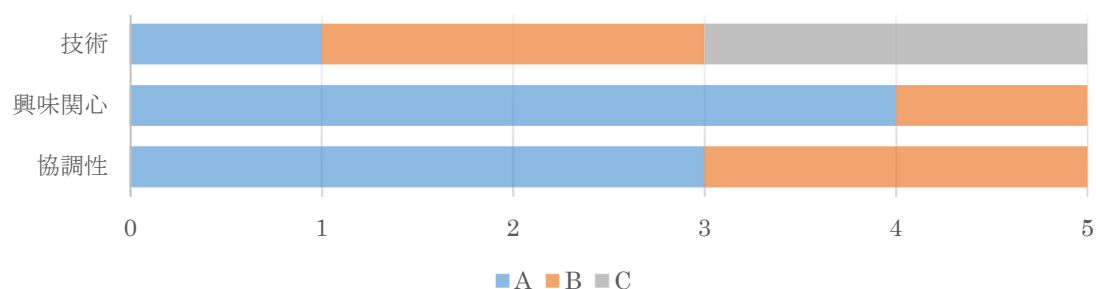


Fig 11 回路製作の生徒の自己評価

動作確認における評価			
	知識・理解	興味関心	協調性
A：十分満足できる	動作確認の意義が分かり、回路確認の方法が分かる	意欲的に取り組めた	声を掛け合い、協力しながらできた
B：おおむね満足できる	動作確認の意義が分かる、または、回路確認の方法が分かる	指示されてできた	指示されて動くことができた
C：努力を要する	まったくわからなかった	意欲が無かった	まったくできていない

Table 6 動作確認の評価

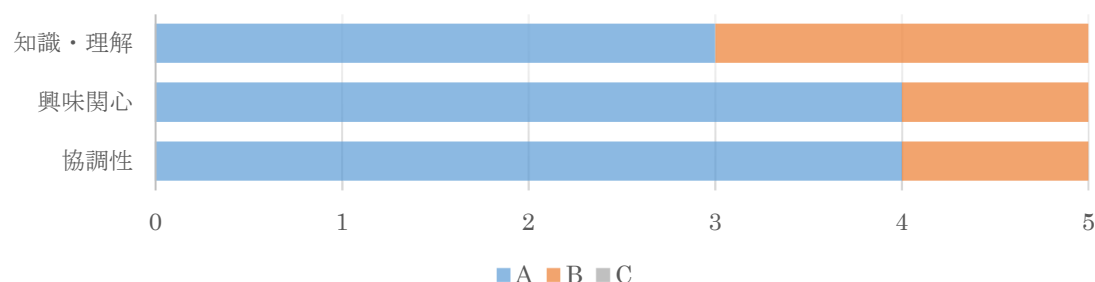


Fig 12 動作確認の生徒の自己評価

3-5-3 実験

動作確認を経て完成したインバータの性能実験を行った。同時に既製品の動作も確認した。

既製品の性能は次の通りである。

- ・ 型番 KV-1800
- ・ 出力電圧 : $AC100V \pm 10\%$
- ・ 出力周波数 : $55Hz \pm 3\%$
- ・ 最大出力電力 : 1800W(連続 5 分間まで)
- ・ 連続最大出力電力 : 1500W(2 時間まで)
- ・ ピーク出力電力 : 3500W(1 サイクルで停止)
- ・ 出力波形 : 疑似正弦波



Fig 13 実験の様子

実験は入力に直流電源装置(定格 18V 3A)を接続して、数値や波形を確認する予定であったが、既製品の動作電流と出力側で動作させたい器具の電流の合計が入力の電流を上回ってしまうため、電源側に車用のバッテリーを使用し波形の観察などを行った。

波形観測だけの実験になってしまったが、既製品の実験ということで、生徒の予想は、『綺麗な正弦波かややきれいな正弦波が出力される』という意見しか出てこなかったが、実際の波形を出したところ、想



Fig 14 既製品の波形

像していた正弦波ではない波形となった。(Fig.14) 生徒らは想像していた波形と違ったことについて考察したところ、『取扱説明書に精密機器は動作しないと注意書きがある。既製品とはいえ、綺麗な正弦波である必要が無く、周波数さえ合えばある程度家電製品は動くだろう。』と結論づけた。

続いて、製作したインバータ回路の実験を行った。(Fig.15)

実験手順は次の通りにした。

- ①入力側には直流電源装置（定格 18V 3A）を接続し、出力側には家庭用の扇風機を『弱』に入れ、接続する。
- ②直流電源装置の出力電圧を 0V から 12V に徐々に上げていく。
- ③その時の出力電圧と電流を記録する。
- ④波形をスケッチする。

結果は次の通りになった。

入力電圧 (DCV) [V]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
入力電流 (DCA) [A]	0.2	0.6	1.7	2.1	2.3	2.7	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
出力電圧 (ACV) [V]	0	0	0	11.5	40.2	50.5	67.9	68.3	69.4	70.2	70.5	80.3

Table 7 実験結果の表

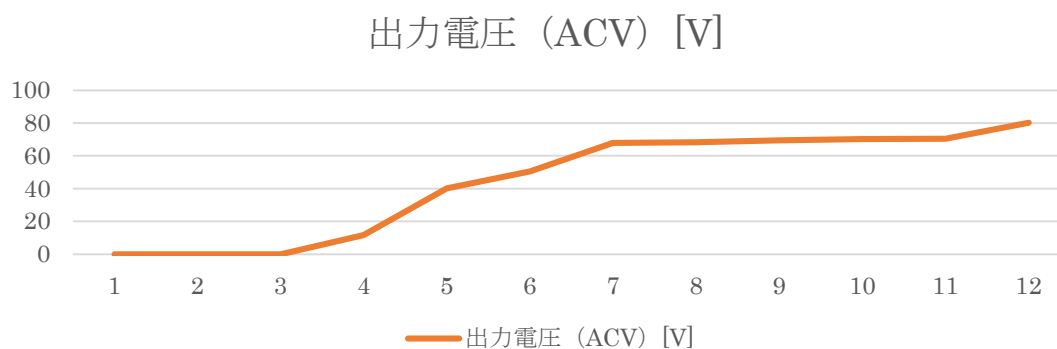


Fig 15 入力と出力の関係グラフ

実験を通して、製作したインバータ回路について、以下の事が分かった。

- ①入力電圧 2 から 4V にかけて電流が増える。
- ②入力電圧が 5V から扇風機が動き出した。
- ③100V の交流が出力されると思ったが、80V 程度で止まった。
- ④既製品とはまた違う波形となった。

(Fig.16)

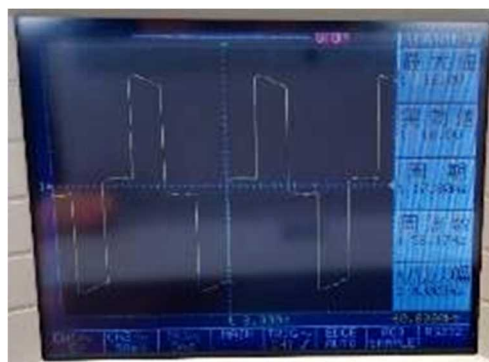


Fig 16 出力の波形

①と②の実験結果は作例とほぼ近い値となった。③は作例だと 100V 近く出ていたが、今回の製作では 80V になった。おそらく、部品の一部が廃番となっていて、部品が作例通りではないからだと思われる。④は、回路を読み解くと、直流を論理回路と FET で矩形波に変形させ昇圧させているため、図のような波形になったと思われる。

実験における評価			
	知識・理解	興味関心	協調性
A：十分満足できる	実験の目的を理解し、配線が正しくできた	意欲的に取り組めた	声を掛け合い、協力しながらできた
B：おおむね満足できる	実験の目的の理解、または配線ができた	指示されてできた	指示されて動くことができた
C：努力を要する	まったくわからなかった	意欲がなかった	まったくできていない

Table 8 実験の評価

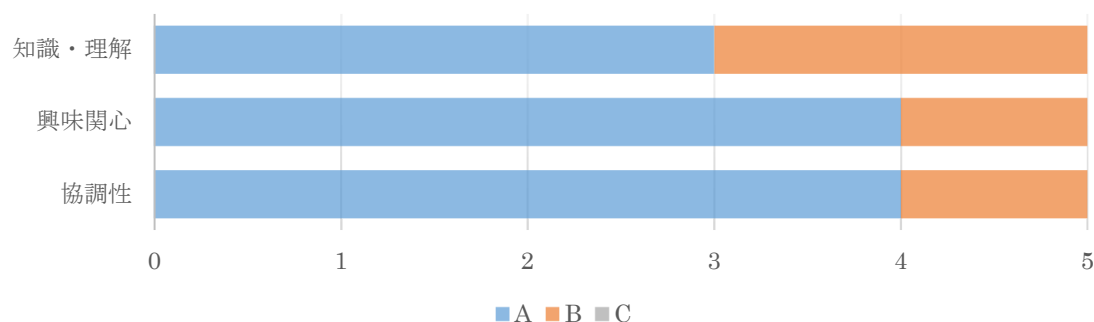


Fig 15 実験の生徒の自己評価

3-6-1 太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーのバッテリーの改良

今年度の製作目標の一つとして、バッテリーチャージャーのバッテリーを変更することを予定していた。当初はモバイルバッテリーでも使用されているリチウムイオン電池にすることを予定していたが、情報収集をしていく過程で、高熱、過充電・衝撃による発火・爆発などの事故があることが分かってきた。また、太陽光パネルとリチウムイオン電池での作例を見つけることができず、安全の観点から当初予定していたリチウムイオン電池の使用を断念した。

代替案として調べたところ、ディープサイクルバッテリーが鉛バッテリーより、完全放電や繰り返し充電に関して、実用性があったため今回はディープサイクルバッテリーを使用することを決めた。しかし、リチウムイオンバッテリーを調べ、代替案の模索、部品選定、発注に時間がかかり、折しも半導体不足などの影響を受けたようで在庫切れにあったため、実際にバッテリーを入手し、取り付けられたのは2022年の1月になってからとなった。そのため、取り付けて動作確認はできたが詳細な実験はできなかった。



Fig 16 バッテリーを交換した

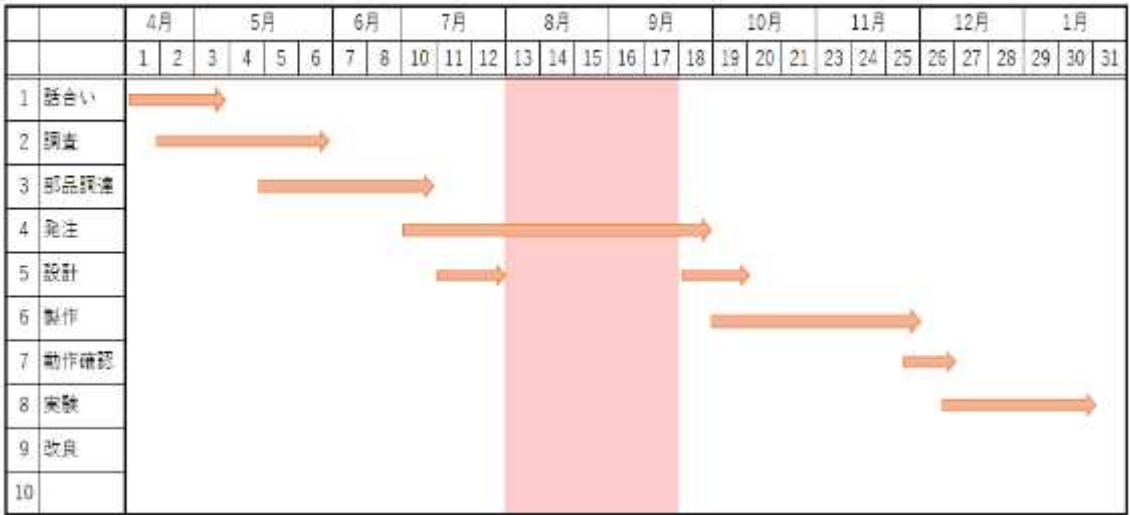


Table 9 実際の進行結果

上の図 (Table9) は、実際に活動できた日数に対して行った内容である。
 今年度も予想はしていたが、新型コロナウイルス感染症の影響により、活動できる日数が減ってしまった。特に夏休みは授業が無いため、1週間に1回集まって作業をすると計画を立てていたが、まん延防止等重点措置の決定により8～9月の活動できる日が減ってしまった。さらに、電子部品などの調達にも影響が出てしまった。

4. 結果

今年度、太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーのバッテリーの変更とインバータ回路の研究と製作に取り組んだ。バッテリーチャージャーのバッテリーの変更は、当初予定していたリチウムイオンバッテリーが発火の危険を考慮し、ディープサイクルバッテリーという別の物へと変更になった上、入手するのに時間を要してしまった。そのため、実験や

耐久試験を行うことができなかったが、以前の鉛バッテリーより使いやすくなると思われる。インバータ回路の研究・製作は、効率や機能面では既製品にかなうことは無いが、実際に生徒が製作した回路が動き、体験を通して生徒も自分も知らなかったことや新しいことに気づく良いきっかけとなった。

製作した太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーは、市役所や公民館、学校に寄贈や設置を考えていたが、昨今の新型コロナウイルス感染症の影響を考え、学科で保管し、非常災害時に役立てることとした。

5. 考察

今年度、電気工学科では課題研究の授業で太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーの改良とインバータの研究と製作に取り組んだ。作業ごとにルーブリックで自己評価と教員での評価を行った。A : 5点 B : 3点 C : 1点と設定し、生徒の自己評価と教員の評価の平均を下記の表にまとめる。

		生徒の自己評価	教員の評価
話し合い	知識・理解	5.7	5.0
	興味関心	7.0	6.3
	協調性	5.7	7.0
情報収集	知識・理解	5.0	5.7
	興味関心	7.7	7.0
	協調性	6.7	6.7
回路製作	技術	4.3	3.7
	興味関心	7.7	7.7
	協調性	7.0	6.3
動作確認	知識・理解	7.0	5.7
	興味関心	7.7	6.3
	協調性	7.7	7.7

実験	知識・理解	7.0	5.7
	興味関心	7.7	7.7
	協調性	7.7	7.7

Table 10 生徒の自己評価と教員による評価のまとめ

全体的に生徒の自己評価が教員より高いことに気が付いた。生徒の自分自身の評価でおおむねポジティブにとらえて評価したように見える。逆に教員の評価で『知識・理解』の項目が全体的に生徒の評価の平均値を下回っていることが分かる。これは、教員が生徒に求めるレベルが高かったが、生徒がそこに達していないと判断したため結果として数字に出たと思われる。そこから、もう少し生徒に合わせた課題設定や課題提示に工夫が必要ということがわかった。また、今回の評価は課題研究の班の担当教員二人で行ったが、さらに複数での評価も必要に感じた。

以下は生徒にとったアンケートの自由記述の一部である。

- ・今までものづくりをしたことが無かったが、楽しく取り組めた
- ・授業で知ったことが、実際に目で見ることができた
- ・想像では色々できたが、実際の作業では思うようにできないことがあった。
- ・自然エネルギーで発電し、使用するの新鮮な気持ちになった。
- ・仲間と協力して乗り越えることができた。
- ・金属ケースの加工に苦勞したが、なんとかメンバーに迷惑を掛けずに責任をもってやり遂げることができた。
- ・とても難しくて半分も理解できたかわからなかった。
- ・はんだづけが苦手だったが協力してできた。できれば次はやりたいと思わない。
- ・製作して終わりではなくて、性能評価までやる意味は分かったが、難しかった。

自由記述を読むと、おおむねポジティブな意見が多かった。しかし、ある特定の生徒がリーダーシップを発揮しチームをけん引すると同時に、指示待ちをするメンバーがいたことも事実であり、その生徒の自己評価や自由記述を見ると理解度や技術力がやや劣る部分も感じた。

6. 結言

今年度の電気科では「地域を守るテクノロジストの育成」を目指し、太陽光発電を用いたバッテリーチャージャーのバッテリー変更とインバータの研究・製作のものづくりを通して生徒の知識や技術力、コミュニケーション能力の育成を試みた。

今年度の取組では、教員が生徒に求めるレベルと生徒が感じている自分のレベルの評価に差を感じた。生徒に対しては、『できる』『できた』の可能性と自己肯定感を高め、スキルを身に付けてもらう必要があり、その指導や指示の方法にまだまだ検討の余地を感じた。この差を埋めることで、モノづくり体験を通して、生徒のスキルを伸ばせる可能性を感じた。今後もモノづくりを通して、電気のスペシャリストの育成を目指していきたい。

“岐阜エテクノLAB 3年間の歩み”

1. 岐阜エテクノLABとは

岐阜エテクノLABは、全校生徒が参画する活動の母体である。解決すべき課題の内容に応じて、さまざまな専門教育を受けるワーキンググループを構成したり、都度タスクフォースを設置するなど、有機的に構築される。卒業生とのコラボレーション等も含めた活動を展開しており、現在は全学科男子44名・女子9名の計53名（昨年度67名）が活躍している。今年度は1年生の人数が少なく、どう改善するか、すでに課題がある。

2. 活動実績 2019～2022

日 付	イベント名
令和元年（2019年）	
7月13日（土）	設備工業協会体験教室 会場：本校
7月27日（土） 28日（日）	科学の祭典 2019 科学の縁結び祭り 会場：出雲市
8月13日（水）	笠松町×岐阜エふるさと納税共同開発プロジェクト発表式 会場：笠松町役場
9月16日（月）	愛馬会PRプロジェクトマッピング会場：笠松競馬場
11月 2日（土） 3日（日）	岐阜技能フェスティバル 会場：岐阜産業会館
12月 1日（日）	笠松双葉幼稚園「生活発表会」会場：笠松公民館
12月11日（水）	アントレプレナーに関する講義受講 会場：本校
12月16日（月）	第7回 創造力無限大∞高校生ビジネスプラン・グランプリ ベスト100 表彰
令和2年（2020年）	
1月14日（火）	岐阜信金会新年互礼会OP 会場：岐阜グランドホテル
1月18日（土）	笠松町・岐阜大学連携事業ぎふフューチャーセンター 会場：笠松公民館
1月31日（金）	東海環状自動車道開通記念イベント 美濃加茂ハイウェイオアシス現地調査実施
2月 9日（日）	ぎふビジネスアイデア・プレゼンテーション本選出場 会場：岐阜大学サテライト
2月15日（土）	日本政策金融公庫 主催 「ビジネスプラン発表会+」会場：NHK 名古屋放送ビル

日 付	イベント名
令和2年（2020年）	
6月22日（月） 25日（木）	岐阜エテクノLAB説明会 会場：本校
6月22日（月）～	学校パンフレット制作 会場：本校
8月11日（火） 12日（水）	企画運営型インターンシップ 会場：宇宙博

7月20日(月)～	マスク製作に関する研究 会場：本校
10月 4日(日) 11月 7日(土)	スーパーハイスクールセッション 会場：岐阜大学
10月26日(月) 29日(木)	動画編集研修会 会場：本校
12月16日(水)	夢の実現（創業）について講話 会場：本校
12月22日(火) 23日(水)	生徒研究発表会 会場：モノづくりプラザ

日 付	イベント名
令和3年（2021年）	
4月19日(月) 21日(水) 23日(金)	岐阜エテクノLAB説明会 会場：本校
5月16日(日) 7月22日(木) 8月29日(日)	GIFU YOUTH MEETING 若者政策コンテスト オンライン開催
7月29日(木)	笠松親子教室 会場：本校
10月30日(土)	サンフェア埼玉 オンライン開催 会場：本校
7月25日(日) 10月 4日(月) 12月12日(日)	スーパーハイスクールセッション 会場：岐阜大学
8月11日(水) 12日(木)	ものづくり見本市 会場：空宙博
10月14日(木)	知的財産権に関する講演 会場：本校 弁理士 加藤肇 様
10月30日(土) 11月13日(土) 12月11日(土) 1月15日(土)	起業体験プログラム in 笠松 会場：笠松公民館
12月21日(火) 22日(水) 24日(金)	生徒研究発表会 会場：モノづくりプラザ 会場：空宙博
1月13日(木)	講話「コロナ禍における起業について」 会場：本校 岐阜県信用保証協会 渡辺 直 様 オンライン授業参観形式
1月20日(木)	全国サミット オンライン開催 会場：本校
2月11日(金・祝)	第3回ぎふビジネスアイデア・プレゼンテーション オンライン開催
2022年1月 ～9月中旬を目途に	濃飛倉庫運輸(株) 様 「手押し台車改良 実用化に向けた共同研究開発」開始

3. 活動内容

3-1 令和元年度の取組について

①ふるさと納税共同開発プロジェクトについて

笠松町との共同プロジェクトである、ふるさと納税の返礼品のデザインや、プロジェクションマ

ッピングなどのメニューの提案や実践を通して、地域独自のビジネスモデルを創造し、他地域の人材から見た魅力ある仕事を創造するプロセスを体験させ、たくましい起業家精神を涵養するための取組を実施した。

(1) プロジェクト（P D C Aサイクル）

このプロジェクトでは、依頼主が納得されるまで、P D C Aサイクルを回す課程で、地域の特性や特徴を理解し、新たなビジネスモデルや返礼品として提案することや、依頼主が求めているものに対する課題解決の方法が提案できる能力を育んだり、得られたデータの活用方法・税の仕組みについて触れ、ふるさと納税の制度を理解する能力を育む事が可能なプロジェクトである。



Fig.1 取材の様子（愛馬会後藤様）

(2) プロジェクションマッピングお試し体験の募集

8月13日(火)に笠松町役場 大会議室にて、町議会議員や町内会長向けにデモンストレーションを開催した。その中で今年度は様々なデータ収集等を目的とするため、町内在住1名限定での募集という形で応募を募った所、「愛馬会」（存廃問題で揺れていた2005年、騎手や調教師、装蹄師の妻らでつくる会。「何か盛り上げることを」と蹄鉄でしめ飾りを作って販売したのが始まりで、競馬場内外の清掃活動等多岐に渡る活動をする組織）様が応募され、会の活動P Rプロジェクションマッピングを手掛ける事が決定した。

(3) 愛馬会 取材

依頼主である愛馬会代表 後藤美千代様への取材を行い、どのような内容のP Rを検討されているかなど、事細かにお聞きした。取材する事が、人生初の経験であった為、もし自分が取材を受ける側だった時に、どのようなアプローチが良いかという視点をもって取材に臨んだ。

(4) データ作成&投影に係る測量作業

取材の後、実際にプロジェクションマッピングを投影する笠松競馬場に足を運び、風雨の影響等を念頭に置きながら、投影する階段の測量や電源配置場所を確認した。また、学校では、作品で使用する写真等を、笠松町や愛馬会様からご提供して頂き、放課後複数のP Cを稼働し、L A Bのメンバーが参加可能な日のスケジュールを組んだ。初めて使用するソフトであったが、皆が教え合い、引継ぎをしながら2週間かけて愛馬会様のP R用作品を制作した。

(5) 作品上映当日

当日は天候にも恵まれ、準備もL A Bのメンバーで行い、リハーサル等も順調に進み、愛馬会の活動や競走馬の写真のほか、蹄鉄を模した笠松銘菓「蹄鉄クッキー」から発想を得たデザインなどが盛り込まれた約2分間の作品が投影されると、集まった愛馬会や競馬場関係者、地元の皆さん約50名から大きな拍手が起こりました。活動の様子もよく伝わる内容に仕上がっていると、依頼者である愛馬会の皆さんもご満足いただけ、今後のふるさと納税返礼品への本格導入に向けたよいリハーサルとなった。



Fig.2 上映の様子(笠松競馬場)

3-2. 令和2年度取組について

①企画運営型インターンシップの実施

8月11日(火)12日(水)に「岐阜かかみがはら航空宇宙博物館」にて、「企画運営型インタ

ーンシップ」を実施した。両日ともに、お客様の受付から体験まで一連の業務を生徒たちが担い運営した。また、コロナ対策で徹底した消毒や換気などを、きめ細やかに実施し、体験コーナーでは、お客様目線で、体験される方のフォローアップを行った。2日間で多くの方にご来場頂いた。ものづくりをさらに楽しく体験して頂けるように、体験教室の内容をP D C Aサイクルにより改善し続けていきたい。



Fig. 3 飛行機製作をしている様子（空宙博）

②マスク製作に関する研究

本校独自の技術を融合させ、ヒューマン3Dモデルを活用し、顔にフィットするマスクの製作を開始した。現在様々なマスクが開発されているが、市場調査や生徒による主観評価を行い、使いやすく機能性が高いマスクができるよう、様々な技術を駆使して研究している。



Fig. 4 マスク製作 CLO の応用展開

③スーパーハイスクールセッションへの参加

本セッション（SSS）では、本県の県立高校の中でスーパーハイスクールに指定されている16校31名の生徒が集い、学校横断的な活動を通して、岐阜県の活性化について考え、意見交換や交流を通して互いに刺激し学び合う機会となっている。今年度は「鮎（あゆ）を活用して岐阜県を元気にする」というテーマで岐阜大学にて3日間実施される。異校種間の交流があるため、各校が得意・不得意な分野を分析し、得意分野を上手く融合しながら、より発展的な学びに繋がる様になるという大きな魅力がある。



Fig. 5 SSSで議論を交わす生徒

④動画編集研修会を開催

コロナ禍でアーカイブに関する需要が増加傾向にある中、本校でもPR映像制作やアーカイブに関する技術が必要な状況になりつつあり、動画編集講習会を開催した。講習会2日間で、生徒と教員約50名が参加した。ソフトの操作を覚えてただけでは、動画は作成できない点など、カメラの使用方法和編集ソフトによる媒体に応じた出力まで、映像制作に必要な一連の知識とコツを学んだ。アーキビストとしても活躍できるような「テクノロジスト+」となり、社会でこれらの技術も応用できるようになるための講習会を積極的に実施したい。（+は+αを意味する）



Fig. 6 動画編集を実施している様子

⑤生徒研究発表会を開催

モノづくり教育プラザ1・2号館にて、ブース運営型の発表会を開催した。研究成果を在校生や、卒業後にお世話になる企業関係者等へ発表する機会としており、企業や大学などの関係者や、保護者・生徒を含めて200名を超える方々にお越し頂いた。従来までの開催方法よりも、生徒たちが来場者に合わせた言葉をチョイスして、説明する機会が増え、来場いただく方も時間に縛られることがない為、大変好評な発表会となった。



Fig. 7 生徒研究発表会の様子

3-3. 令和3年度の実践について

①笠松親子教室

コロナ禍で久しぶりのイベントということもあり、参加される小学生も本校生徒も少し緊張した表情を浮かべながら「プルバックカー製作と飛行機製作」を楽しんだ。体験していただく以上こだわりを持ったハイクオリティのキットを準備しないと真剣に楽しんでいただけないという生徒たちの意見から、放課後幾度となく体験キットのブラッシュアップを継続した。生徒たちも久しぶりの活動であることや、やはりものづくりが好きなので、研究に全力で取り組んでいる姿が印象的であった。



Fig. 8 親子教室の様子

②ものづくり見本市 開催

昨年に引き続き、「岐阜かかみがはら航空宇宙博物館（空宙博）」にて、地域における教育を支援することを目的とし、見本市と称したワークショップにおいて、技術（工業高校で実践するエンジニアリング）の面白さを体験していただき、積極的な出前授業や高校説明会の活用と、小中高の連携強化を図るための機会としたイベントを実施し、2日間で延べ600名にお越し頂いた。



Fig. 9 小中学校に配布したチラシ



Fig. 10 ドローンを操縦する参加者

③スーパーハイスクールセッションへの参加

本セッション（SSS）では、本県の県立高校の中でスーパーハイスクールに指定されている16校の生徒が集い、岐阜県の活性化について学び合う機会となっている。今年度は「岐阜の里山を活用して、地域の課題を解決しよう」というテーマで岐阜大学にて3日間実施された。本校からは2年生電子機械科の生徒2名が参加し、生徒会長の春日井翔太君は「互いの意見を聞いて、質問を受けると自分の案が磨かれていくようで刺激になる」と中日新聞の記者の方に答えていた。



Fig. 11 SSSで議論を交わす生徒

④生徒研究発表会を開催

モノづくり教育プラザ2号館と空宙博にて、ブース運営型の発表会を開催した。研究成果を在校生や、卒業後にお世話になる企業関係者等へ発表する機会としており、企業や大学などの関係者や、保護者・生徒を含めて400名を超える方々にお越し頂いた。



Fig.12 生徒研究発表会の様子

⑤「濃飛倉庫運輸㈱」様と手押し台車改良実用化に向けた共同研究開発の開始

物流ソーティング作業の過程で作業の効率化を追求するためには、フルカスタマイズによる昇降機能付き手押し台車が欠かせない。そこで、本校生徒と企業の方が、協働して製品の実用化を目指すための研究開発を開始した。

12月には、工場見学を実施し、今後は研究の進捗状況を双方で確認しながら進めて行く。生徒たちにとっても企業の方との初コラボということもあり、自分たちのアイデアが実用化につながる実体験ができるため、これまでとは一味違う意欲的な活動がみられるようになった。濃飛倉庫運輸㈱様からのお声かけに感謝したい。(詳細は機密情報に触れるため掲載不可)



Fig.13 共同研究開始

5. おわりに

結びに、生活環境が一変した2年であったが、「岐阜工テクノLAB」をはじめ各学科が有機的なつながりを持ち、様々な技能・技術を身につけている先輩後輩と共に研究を継続実施する中で、無意識に技能を伝承・継承することが習慣化されているシーンが数多く見受けられるようになり、このような取組で自然結合している本校独自のリレーションシップにさらに磨きをかけ、新たな校風を生み出し、生徒一人一人が活躍できる機会を提供できる学校であり続けたい。岐阜工テクノLABは、今後もその起爆剤と潤滑剤の役割を担い続けていく。

ふりがな	ぎふけんりつぎふこうぎょうこうつこう	指定期間	令和元年度 ～令和3年度
学校名	岐阜県立岐阜工業高等学校		

地域との協働による高等学校教育改革推進事業 目標設定シート

1. 本構想において実現する成果目標の設定（アウトカム）						
	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	目標値（年度）
（卒業時に生徒が習得すべき具体的能力の定着状況を図るものとして、管理機関において設定した成果目標） 生徒による自己評価において、例えば「正確に測定できる技術」等の関連企業から求められた資質・能力について、それぞれ「概ね達成した」以上と評価した生徒の割合（4段階評価） ※S：できる A：概ねできる B：やや努力を要する C：努力を要する						
a	本事業対象生徒（目標）		60	70	80	単位：％
	本事業対象生徒以外		—	—	—	
	本事業対象生徒（結果）		62.1	70.3	74.8	
目標設定の考え方：自己や学びを振り返り、できるようになったことや、不足している力を整理させる。						
（卒業時に生徒が習得すべき具体的能力の定着状況を図るものとして、管理機関において設定した成果目標） 実習をサポートいただく熟練技能者等の外部講師による評価において、各取組において達成したい品質や寸法精度等のレベルに照らして「概ね達成した」評価の割合（4段階評価） ※S：達成した A：概ね達成した B：やや努力を要する C：努力を要する						
b	本事業対象生徒（目標）		70	75	80	単位：％
	本事業対象生徒以外		—	—	—	
	本事業対象生徒（結果）		70.8	75.4	78.6	
目標設定の考え方：外部の講師から企業水準を基に、高校生段階で求めるレベルを設定して、技能や思考錯誤の過程、作業に向かう姿勢等を客観的に評価いただく。						
（卒業時に生徒が習得すべき具体的能力の定着状況を図るものとして、管理機関において設定した成果目標） 教員による生徒の評価において、生徒同士のグループや外部の方との協働における議論等の対話的活動場面において「積極的に議論に参加して自己の意見を述べることができる」と評価できる生徒の割合（4段階評価） ※S：自己の意見を述べるだけでなく、他者の意見をもとめ改善策を提案できる。 A：積極的に議論に参加して、自己の意見を述べるができる。 B：議論に参加はするが、積極性に欠ける。 C：自己の意見を述べるができない。						
c	本事業対象生徒（目標）		60	70	80	単位：％
	本事業対象生徒以外		—	—	—	
	本事業対象生徒（結果）		55.0	67.5	72.5	
目標設定の考え方：コミュニケーション能力が求められる中で、積極的に自己の意見を述べるができる生徒を育成したい。						
（高校卒業後の地元への定着状況を図るものとして、管理機関において設定した成果目標） 地域企業・団体等への就職後の満足度において、「どちらかといえば満足している」以上の回答の割合。（5段階評価） ※ア：十分満足している イ：どちらかといえば満足している ウ：どちらかといえば不満である エ：非常に不満である オ：どちらともいえない						
d	本事業対象生徒（目標）		50	55	60	単位：％
	本事業対象生徒以外		41.3	45.3	—	
	本事業対象生徒（結果）		72	82	84	
目標設定の考え方：地域産業界からのニーズに沿った学習カリキュラム開発により、就職時のミスマッチを減少させる目的から測定する。						
（高校卒業後の地元への定着状況を図るものとして、管理機関において設定した成果目標） 定期に実施する進路希望調査において、就職希望者が県内就職を希望する割合						
e	本事業対象生徒（目標）		80	85	90	単位：％
	本事業対象生徒以外		80.1	73.5	—	
	本事業対象生徒（結果）		77.9	75.9	76.1	
目標設定の考え方：地域産業を担う人材を育成することが目的であり、地元企業への就職希望者数を測定する。						
（高校卒業後の地元への定着状況を図るものとして、管理機関において設定した成果目標） 機械系学科の生徒が「製造業」に就職するなど、所属学科の学習を生かした進路を選択したものの割合						
f	本事業対象生徒（目標）		70	75	80	単位：％
	本事業対象生徒以外		63.9	65	—	
	本事業対象生徒（結果）		65.8	81.7	84.1	
目標設定の考え方：学びの特色が進路決定に反映されるかを測定する。						

2. 地域人材を育成する高校としての活動指標（アウトプット）							
	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	目標値（年度）	
（地域課題研究又は発展的な実践の実施状況を図るものとして、管理機関において設定した活動指標） 地域の方や企業の方と連携・協働による取組みにより、生徒の地域貢献への関心度の向上率 （年度当初と年度末の生徒意識調査による）							
a	目標	—	—	+5	+10	+20	単位：％
	結果	—	—	+2.6	+13.0	+22.0	
目標設定の考え方：地域との協働により、地元を大切に想う意識の向上を図る。							
（普及・促進に向けた取組の実施状況を図るものとして、管理機関において設定した活動指標） 各種ものづくりイベント（出前授業・体験学習会等）の参加者による満足度							
b	目標	—	—	85	90	95	単位：％
	結果	—	—	86	92	96	
目標設定の考え方：事業成果を発揮する場でもある地域で開かれた講座等により、参加者の満足度を測る。							
（普及・促進に向けた取組の実施状況を図るものとして、管理機関において設定した活動指標） 地域の魅力等の発信を行ったSNSにおけるフォロワー数の数							
c	目標	—	—	500	600	700	単位：件
	結果	—	—	66	303	667	
目標設定の考え方：活動に対する情報を公開し、効果的・魅力的な情報になっているかを、関係者以外の興味関心の度合いで測る。							

3. 地域人材を育成する地域としての活動指標（アウトプット）							
	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	目標値（年度）	
（地域人材を育成する地域としての活動の推進状況を図るものとして、管理機関において設定した活動指標） プランのガントチャートによる、工程管理。							
a	目標	—	—	-15	0	+5	単位：日
	結果	—	—	30	55	+10	
目標設定の考え方：ガントチャート管理における、遅延もしくは進捗度合いの可視化。							

<調査の概要について>

1. 生徒を対象とした調査について

	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
全校生徒数(人)	1,080	1,080	1,080	1,071	1,050
本事業対象生徒数			1,080	1,071	1,050
本事業対象外生徒数			0	0	0