

国立大学法人 東京工業大学
ものづくり教育研究支援センター
年報2023

< 表紙のデザインについて >

「ものづくり」はひとつの技術やひとりの能力だけでは限界があります。様々な技術や人々が力を合わせることでさらに良いものを生み出すことができます。

しかし、それぞれが良い点を打ち消し合わないよう協調することが大切です。個々の波は小さくても適切に重なり合わせると大きくなります。

協力することがより良い「ものづくり」につながるという思いを込めてデザインしました。

デザイン研究会 井上拓哉

東京工業大学ものづくり教育研究支援センター

年報 2023 目次

1. 2023年度の動き	1
2. 教育および研究支援活動	
2.1 創造性育成科目 夏期集中講義「ものづくり」(大岡山)	2
2.2 IoT導入教育セミナー	9
3. 学内ものづくり活動の支援	
3.1 新入生ものづくり体験—3Dイルミネーション	12
3.2 「ビールを学ぼう」ビールづくり講座報告(すずかけ台)	18
3.3 工大祭 ～ミニチュア 軽トラをつくろう!～	22
3.4 東工大有志チーム NHK番組「魔改造の夜」に出演	27
4. サークル活動への支援と活動報告	
4.1 サークル活動への支援	33
4.2 Meister	35
4.3 ロボット技術研究会	37
4.4 東工大 ScienceTechno	42
4.5 デザイン研究会	45
4.6 自動車部	47
4.7 CREATE	49
4.8 国際開発サークル	51
5. 広報活動	
5.1 報告書	53
5.2 パンフレット	53
6. 付録	
6.1 活動記録	54
6.2 利用者データ	56
6.3 東京工業大学ものづくり教育研究支援センター規則	58
6.4 運営委員会名簿	61
6.5 職員・OFC(オープンファシリティセンター)支援・RA一覧	62

1. 2023 年度の動き

ものづくり教育研究支援センターは、学生のサークル活動支援を始めとして、主に学生向けに「ものづくり」ができる場を提供し、本学学生の自主性・創造性の醸成や、本学における「ものづくり HUB」を目指した活動をしています。また走査型電子顕微鏡や蒸着装置など研究設備も共用されています。

2023 年 5 月より新型コロナウイルス感染症の 5 類移行に伴い、手指消毒などの基本的対策を取りつつ、コロナ以前のセンター活動に完全復帰することができました。4 月には「新入生ものづくり体験」、9 月には創造性育成科目である夏季集中講義「ものづくり」、2 月にはすずかけ分館で「ビールづくり講座」などを対面で実施しました。学内唯一の共用設備としての大型プリンタは、対面学会・イベントの再開に伴い、多くの学生・教職員が利用しました。

教育革新センターの「EdCycle Grant」の支援を受け、学生支援センターと協働で開催している IoT 導入セミナーは、東工大 OB も在籍する 4 企業の方を講師として招きプログラミングなどを学びます。画像処理に AI を用いたロボットの制御、機械学習や Python の基礎、セキュリティ対策の体験などをテーマに、オンライン・対面の双方のメリットを活かしつつ、好評のうちに開催しました。特に 2024 年秋の本学と東京医科歯科大学との統合を控え、先行事例として医科歯科大にも秋以降の本セミナーを案内したところ、参加者のおおよそ半数が医科歯科大所属となり、大きな反響がありました。セミナーを実施・支援いただいている関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

「ものづくり系サークル」の支援はセンターの重要な役割です。頻繁にセンターを利用している「ものづくり系サークル」は、「Meister」「東工大 ScienceTechno」「ロボット技術研究会」「デザイン研究会」「自動車部」「CREATE」「国際開発サークル」の 7 サークルです。これらサークルのメンバーには、センターの夜間開館のサポートなど、RA として大いに活躍していただいております。センター運営に欠かすことのできない存在です。本センターを単に利用するだけではなく、学生と職員が共に支える枠組みが出来つつあります。さらに、ロボット技術研究会、Meister、CREATE の 3 サークルが主体となり、NHK の技術系エンターテインメント番組「魔改造の夜」に参戦し、企業を相手に互角以上に渡り合う大活躍をみせました。放送に合わせパブリックビューイングを実施するなど、大いに盛り上がりました。また製作にあたってはプロジェクト専用スペースをものづくりセンター内に用意するとともに、EdCycle Grant、ものづくり人材応援基金から材料を支給し、全面的に支援いたしました。各サークルなどの活動の詳細は、次章以降をご覧ください。

センターの運営面では、2022 年度に大学執行部より特別に措置いただいた予算により、レーザー加工機 3 台、卓上 CNC フライス盤 2 台、カーボン短繊維強化 3D プリンタ 2 台を新調することができました。利用講習会のマニュアルなども整備され、本格的な運用が始まりました。加えて、すずかけ分館では手狭となっていた工作室の加工機を、およそ倍の広さの部屋にレイアウト変更し、より利便性・安全性を高めることができました。さらに昨年設立した「ものづくり人材応援基金」にも定常的にご寄附をいただくようになり運営のための財政基盤も徐々に改善しつつあります。

我々スタッフも使いやすいセンターを目指して日々努力しています。ものづくり教育研究支援センターは大学全体の共同利用施設です。是非センターにお越しいただき、自身のアイデアを実現させる「ものづくり」に挑戦してみてください。スタッフ一同お待ちしております。

2. 教育および研究支援活動

2.1 創造性育成科目 夏期集中講義「ものづくり」(大岡山)

2.1.1 講義の概要

ものづくり教育研究支援センターでは、平成 25 年度より創造性育成科目「ものづくり」を開講しており、今回で 11 回目の実施となる。今年度も例年通り夏期集中講義として 9 月 13 日から 9 月 27 日にかけての 10 日間の日程（表 1）で行った。

コロナ禍対策として、議論の場でのマスク着用については各自の判断に任せるとともに、適宜アルコールで手指消毒を行い、終了時には保護メガネ、作業机、椅子をアルコール消毒する事も一連の流れで行い感染拡大を抑止する事を徹底した。

本講義ではスターリングエンジンを題材とし、ものづくりにおける様々な工程を体験する内容となっている。そのため、設計から組立て・運転までの作業を少人数のグループ（4 名×4 班、合計 16 名）で効果的に体験させた。

第 3 クォーターが 10 月 1 日にスタートするため、9 月 12 日から実施した。また、FEM（有限要素法）解析を用いたコンロッドの最適化設計、回転数計の製作も好評であったため、今年度も引き続き行った。最終的に製作したスターリングエンジンによる回転数を計測し、エンジン製作において上手くいった点、いかなかった点、エンジン性能に対する考察などをグループで相談して発表した。この発表を行うことでグループとしての活動を総括できただけでなく、グループ間での取り組み方や目指した方向性の違いを認識できる良い機会となっている。

なお、今年度は 88 名の履修申し込みがあったが、受入キャパシティである 16 名を、講義ガイダンスを行った後に抽選で決めた。

表 1 実施スケジュール

	9/13	9/14	9/15	9/19	9/20, 9/21, 9/22, 9/25,	9/26	9/27
9:40 ～ 11:20	・スターリング Eng に関する機械工学の講義	ハンダ付講習, 報告会に向けたガイダンス	・回転計に関する, 電気工学の講義	なし	なし	なし	なし
13:20 ～ 15:00	・3次元 CAD の基礎と有限要素解析	・3次元 CAD の基礎と有限要素解析	・2次元図面の製作と CAD の実作業	・2次元図面の製作と CAD の実作業	・工作機械によるスターリングエンジン製作	・組立てと調整	・最終報告会 (各グループによるプレゼン)
15:15 ～ 16:55	・工作機械の安全な使い方の説明	・工作機械の安全な使い方の説明	・工作機械の使い方指導	・工作機械の使い方指導	・3次元 CAD によるモデル製作 ・FEM 解析による最適化設計 ・回転数計の作成 ・3D プリンタによる造形	・最終報告会の準備	



図1. スターリングエンジン

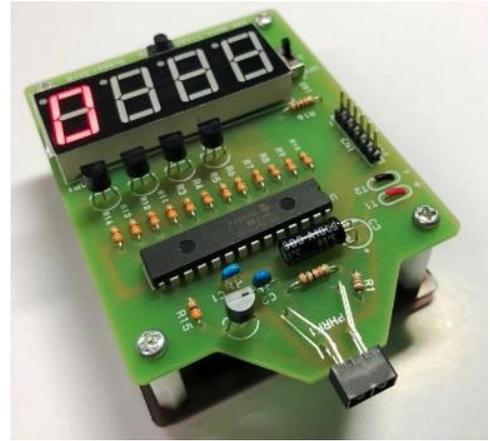


図2. 回転計

講義の始めには、スターリングエンジンと回転数計に関する基礎を学ぶ座学を設け、受講者はその論理的背景や工学的意義も理解できるよう配慮している。工作実習では、工作機械を安全に使用するための安全指導の後、効率的な作業手順の指導を行った。3次元CADを用いた設計では、操作を習得する時間を設け3次元モデル構築をするだけでなく、FEM解析によるコンロッド形状の最適化を検討してから3Dプリンターで造形するなど、近年、特に重要となっているコンピュータを用いたものづくりの流れを疑似体験できる内容としている。また、製作したスターリングエンジンの回転数を計測するための回転数計を自ら製作させるなど、電気系の要素も盛り込んでいる。

表2 スターリングエンジンの部品表

	部品名	材質	数量
①	支持板	アルミ A2017	1
②	ベース	真鍮 C3604BD	1
③	支柱	アルミ A2017	1
④	シリンダ連結板	アルミ A2017	1
⑤	加熱キャップ	ステンレス鋼 303	1
⑥	シリンダ	真鍮 C3604BD	2
⑦	加熱ピストン	ステンレス鋼 303	1
⑧	冷却ピストン	ステンレス鋼 303	1
⑨	ピストンエンド	アルミ A2017	2
⑩	軸受けハウジング	アルミ A2017	1
⑪	フライホイール	真鍮 C3604BD	2
⑫	コンロッド	ABS 樹脂	2

2.1.2 実際の講義内容

(1) スターリングエンジンに関する座学 (Zoomにより講義)

- ・ 19世紀初頭に登場した加熱気体を利用する熱機関を理解する
- ・ カルノーサイクルを理解し、スターリングサイクルの特徴を知る
- ・ 内燃機関／外燃機関、トルクと出力の関係、他

(2) 電子回路と回転計に関する座学 (Zoomにより講義)

- ・ 基本的な電子部品の名称と機能の解説
- ・ 回転数計の機能とプログラム内容の解説

- (3) 工作機械の安全講習と技術指導
 - ・怪我、事故を起こさない基本を身に付けた上で工作機械の操作と効率の良い作業手順等を学ぶ
 - 加工については、学生全員が一様にボール盤、タップ加工、フライス盤、旋盤を使用し、部品加工をできるように考慮、TA6名の先輩達からも丁寧な説明と加工指導を受けた
- (4) 3次元CADによる構造検討と機械加工のための2次元図面作成（Zoomにより講義）
 - ・スターリングエンジンの部品情報は提供されるが、履修者の興味や希望に応じてカスタマイズも可能
- (5) FEM解析を用いた最適化設計
 - ・3次元CADのFEM解析機能を利用して、コンロッド形状による固有振動数の変化を検討
- (6) 機械加工および3Dプリンターによる部品製作
 - ・ものづくりセンターに設置される工作機械ならびに3Dプリンターを使って、グループメンバーと協力しながらスターリングエンジンの部品を製作
- (7) 回転数計の製作
 - ・回路基板に電子部品をハンダ等で取り付け、回転数計を製作
 - ・コンテストではこの回転数計を用いて、スターリングエンジンの回転数を計測
- (8) 組立および試運転の後に回転数コンテスト
 - ・製作した部品を一つ一つ組み立てる
 - ・必須となる微調整を経て、最終的には全グループが無事に動いた（表3）



図 3. 旋盤指導



図 4. フライス盤指導



図 5. 旋盤・フライス盤指導



図 6. ボール盤作業

2.1.3 受講者アンケートより

講義終了後に実施した履修者のアンケート結果。(表 4)

表 4 講義終了後に実施したアンケート結果

(回答者 16 名/16 名中)

質問項目	選択肢	
1. 夏期集中講義に参加しようと思った動機は？ (複数回答あり)	<ul style="list-style-type: none"> ・面白そうだったから ・機械加工をやってみたかった ・スターリングエンジンに興味があった ・時間が空いていたから 	12 人 7 人 2 人 1 人
2. スターリングエンジンは理解できましたか？	<ul style="list-style-type: none"> ・よく理解できた ・理解できた ・ふつう ・解らなかった 	9 人 7 人 0 人 0 人
3. 回転計は理解できましたか？	<ul style="list-style-type: none"> ・簡単だった ・なんとかできた ・難しかった ・つまらなかった 	6 人 8 人 2 人 0 人
4. 機械加工をやってみてどうでしたか？	<ul style="list-style-type: none"> ・簡単だった ・なんとかできた ・難しかった ・つまらなかった 	1 人 12 人 3 人 0 人
5. 資料は分かりやすかったですか？	<ul style="list-style-type: none"> ・とても解りやすかった ・ふつう ・解りにくかった ・解らなかった 	5 人 10 人 1 人 0 人
6. 出来上がったエンジンは動きましたか？ (1 名無回答)	<ul style="list-style-type: none"> ・よく動いた ・動いた ・動かなかった ・組み立てできなかった 	12 人 2 人 0 人 0 人
7. 集中講義に参加してどうでしたか？	<ul style="list-style-type: none"> ・とても良かった ・良かった ・ふつう ・つまらなかった 	13 人 1 人 2 人 0 人
8. 職員・TA の対応はどうでしたか？	<ul style="list-style-type: none"> ・とても良かった ・良かった ・まあまあ ・悪かった 	14 人 2 人 0 人 0 人
9. 班の数は何班がいいですか？ (機会が旋盤 2 台フライス盤 2 台なので)	<ul style="list-style-type: none"> ・1 班 ・2 班 ・3 班 ・4 班 ・5 班 	0 人 0 人 0 人 15 人 1 人
10. 班の人数は何人が良いですか？	<ul style="list-style-type: none"> ・1 人 ・2 人 ・3 人 ・4 人 ・多い方が良い ・その他(人)※人数を書いてください 	0 人 0 人 2 人 14 人 0 人 0 人

<p>11. 意見 (興味深かったこと、改善した方がよいこと)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・TA さんがたまにどこかへ行ってしまって意見を聞けなくなるのが悲しかった。 ・個人的には、班員がエンジンの各パーツ（エンジンフィン、平座金など）の役割をよく理解できていなかったのもので、その説明を書いた紙などがあればいいと思いました。 ・機器を使う際 TA さんがマンツーマンでついてくれたのが心強かったです。 ・与えられた部品で違いがないか気になった。 ・製作をしている最中にもものづくりセンターの職員さんや TA さんからものづくりに関わるいろいろな小話をしていただきとても興味深かったです。 ・授業が 2X100 分のときは、全て午後ではなくて午前中の日も作ってほしかった。（バイト等との予定を組み合わせやすいから） ・全員が旋盤とフライス盤に触れるようになっているのがよかったです。 ・スターリングエンジンの改良や性能評価が時間がかかるのもう 1 日程欲しかった。 ・各班に 1 人 TA さんがついてくれたのは非常に良かった。 ・先生にも TA さんにも質問・相談しやすい環境が整っていて良かった。 ・こうすれば出来るではなく、何のためにこの作業をするのか、この部品が必要なのかを教えてもらったことで理解して取り組めた。 ・非常に貴重な体験だったと思う。 ・やる事がなくなる時間が長かった。 ・もう少し自分で加工できる部品をわかった方がよいと思った。 ・スターリングエンジンの設計図を最初にわたしてほしかった。わたされた直後に加工だったので少し戸惑った。 ・最初にもっと授業のスケジュールをくわしくお聞きできたら、より効果的で取りくみやすかったと思います。
<p>12. 感想 (楽しかったこと、つまらなかったこと、身についたこと、不平不満、等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・エンジンが微調整で大きく結果が変わってくるのが面白かった。 ・元々機械いじりが大好きだったので、今回の集中講義は期待以上に楽しめました。 今後はプライベートでフライス盤や旋盤を使い、一人で加工できるようになりたいです。 ・グループでの議論を通して、発生した問題点を試行錯誤しながら解決していく作業がいかにもものづくりをしているという感じがしてとても楽しかったです。 ・問題点を探して試行錯誤を繰り返す経験をする事ができ、とてもたのしかったです。 ありがとうございました。 ・機械加工も CAD も初めてだったが、丁寧な指導と説明があったおかげで楽しんで体験できた。 ・実際に様々な機械加工を体験できて、とても楽しかった。 ・新たに会った人とチームを組んで課題に取り組むのが楽しかった。 また、少人数なので、困ったときに教員や TA に聞きやすくてよかった。 ・色々調整してもうまくいくとは限らず、最終的に神頼みみたいになるのがおもしろかったです。 ・初めて旋盤、フライス盤、ボール盤を使ったので最初は不安だったが、丁寧な指導のおかげで使えるようになり嬉しかった。 ・自分で作った部品が実際に動いているのを見て感動した。 ・今後応用化学系で化学を使ったものづくりをしたいと考えているので、ものづくりの楽しさおもしろさを実感し、さらに好きになれて良かった。

	<ul style="list-style-type: none"> ・機械加工を初めてやって楽しかった。 ・授業中活動していた人や、授業以外で Fusion で製図したり、スライドを作ったり、ポスターを作ったり、早く来てやったりする人をどう評価できるのか気になった。 ・スターリングエンジンが予想以上に繊細で調整が難しかったが、楽しかった。 ・グループで設計を共有することでお互いに影響し合ってより良いものができるというのが面白かった。 ・使ったことのない金属加工機械や3Dモデリングを学べてよかった。 ・初めて見る機械を経験できました。 <p>東工大に入ったからできた経験なので良かったです。</p>
--	--

2.1.4 まとめ

夏期集中講義の10日間という短い期間の中、今回の各グループはメンバー全員で話し合いを重ねて組立調整を繰り返し行いながら、良い結果を出そうと取り組んでいたことが発表会でくみ取れた。

グループワークの難しさと重要性についても、よく理解してもらえたと思われる。

スタッフの一人として、この講義に関われたことはとても有意義な時間であった。

本学には実際にもものつくりの体験をしたい、あるいは自分が持っているアイデアを実際にカタチにしてみたい、と思っている学生が多数いると思われる。ものつくり教育研究支援センターでは、そのような希望を上手に引き出し、単なるものつくり体験ではなく、各自の創造性を育成できるチャンスを今後も提供していく予定である。

ものつくりに興味を持ち、自分で考えたことをイメージしてカタチにする・組み立てて動かすなど、ものつくりの面白さを知っていただけたのであれば幸いです。

2.2 IoT 導入教育セミナー

ものづくり教育研究支援センターと学生支援センター修学支援部門は、協力して「IoT 導入教育セミナー」を複数年にわたり開催している。2023 年度は、前年度も担当いただいた 4 社（The MathWorks, Inc.、アクロクエストテクノロジー株式会社、株式会社ソリトンシステムズ、株式会社コムドソリューションズ）にセミナー内容の検討と実施をいただいた。新型コロナの影響がほとんどなくなった一方で、対面・オンラインそれぞれのメリット・デメリットがあることから、各社の担当者とも相談しながら、2 社が対面、1 社がオンライン、1 社が初回はオンライン、二回目が対面という形式での開催となった。オンラインでの実施でも、講師側の工夫により十分に内容を伝えることができ、受け入れ人数の自由度が高いというメリットがある一方、実際に機器を操作したり組み立てを指示したりする場合は、やはり対面が有効である。

本セミナーの立ち上げに際しては、ものづくりセンターで体験できる機械加工や電気/電子工作とは一味違った、ソフトウェアでターゲットを動かす、PC やネットワーク上で様々な処理を行う、といった体験の提供を狙いとしており、これは協力いただく各社にも継続してお願いさせていただいている。2023 年度の各社のセミナー内容も上記を踏まえつつ、その内容は期待をはるかに上回るものであり、参加者の満足度も高いセミナーとなった。ご協力いただいた 4 社の皆様には心より御礼申し上げます。

各セミナーの概要

(1) MATLAB×AI ロボティクスワークショップ

日程：2023 年 6 月 14 日、21 日

開催方式：6/14 はオンライン（Zoom）、6/21 は対面（Taki Plaza 地下 2 階 WS スペース）

講師・サポートスタッフ：The MathWorks, Inc.

6/14 は、MATLAB の使い方やインストール方法を学ぶことを主眼に、東工大 MATLAB 相談室 TA の持田峻佑さん、谷口晃大さんを講師に迎え、東工大の学生・教職員が利用できるライセンスで 36 名の参加者が MathWorks 社による自己学習形式で MATLAB の基礎をオンラインで学んだ。

6/21 は MathWorks 社より講師として東工大卒業生の遠藤眞霸人さんをお招きし、AI によるロボット制御を体験するという内容で、対面でワークショップを実施し、26 名の参加者があった。



シミュレーションを駆使した開発の流れの説明
を熱心に聴く参加者



セミナーのクロージングで挨拶をする遠藤もの
づくり教育研究支援センター長

(2) 機械学習セミナー（画像解析を中心に）

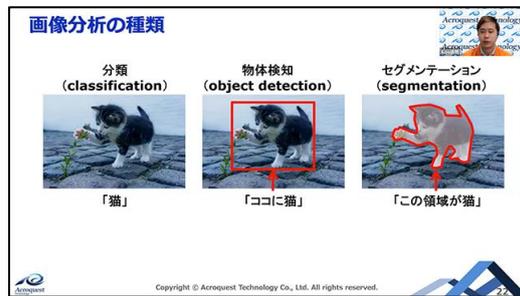
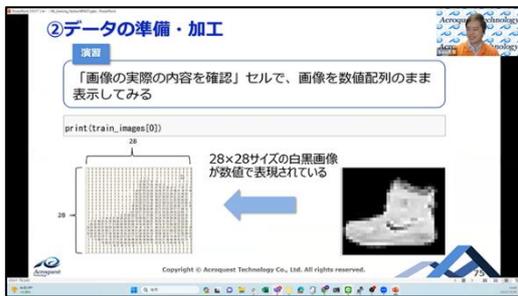
日程：2023年10月4日、11日

開催方式：2日ともオンライン（Zoom）

講師・サポートスタッフ：アクロクエストテクノロジー株式会社

講師は2日とも本学の卒業生でもある、アクロクエストテクノロジー社の古賀匠さんが務めた。

10/4は初級者向けの画像解析に関するセミナーを実施し、二週目となる10/11は中級者向けとして画像に映っているものを物体ごとに領域分割し、自動運転や医療画像解析に応用されているセマンティックセグメンテーション（Semantic Segmentation）の手法を学んだ。このセミナーより、2024年10月に東京工業大学と統合される東京医科歯科大学からの参加者も受け入れることになり、10/4は35名（東工大11名、医科歯科大24名）、10/11は28名（東工大10名、医科歯科大18名）が受講した。



セミナーにおける画面の様子、右上に小さく映っているのが古賀さん

(3) IoTセキュリティ体験セミナー

日程：2023年12月13日、20日

開催方式：対面（Taki Plaza 地下2階ワークショップスペース）

講師・サポートスタッフ：株式会社ソリトンシステムズ

12/13の講師は、東工大の卒業生であるソリトンシステムズの竹澤一輝さんが務め、温度センサーをラズベリーパイに接続し、プログラムを入力実行することで温度測定を体験した。12/20はラズベリーパイをセキュリティ診断ツールとして利用し、Wi-Fiのパスワード解析やサーバーの脆弱性診断を体験した。参加者は12名で東工大と医科歯科大からほぼ半分ずつの参加となった。



入力コマンドに関する講義を受ける参加者



スタッフからサポートを受ける参加者

(4) 初心者向け Python セミナー

日程：2024年1月17日、24日

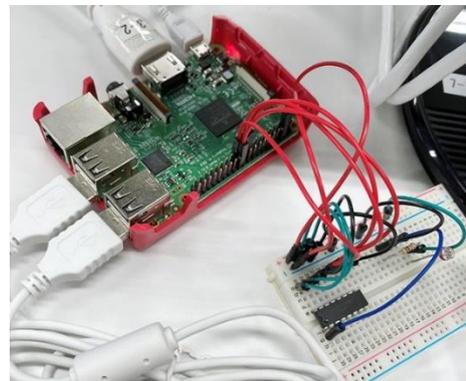
開催方式：対面（大岡山 S422 講義室）

講師・サポートスタッフ：株式会社コモドソリューションズ

1/17の講師はコモドソリューションズの廣瀬さんが務めた。プログラミングの基礎である「変数」「順次」「分岐」「反復」のコードの書き方を学んだ上で、参加者は自ら入力し、実際に動作するかを確認した。1/24の講師はコモドソリューションズの山木さんが務め、ラズベリーパイを使ったデジタルサイネージの実現から、各種センサーを用いた応用表現（例えば昼と夜で表示する内容を変える等）を体験学習した。1週目は12名（東工大6名、医科歯科大6名）の参加者があったが、2週目は季節柄、体調不良となった方が多く、5名（東工大3名、医科歯科大2名）の参加者となった。



Pythonを学ぶ参加者



機器との結線を行ったラズパイ

3. 学内のつくり活動の支援

3.1 新入生ものづくり体験 ～3D イルミネーションの製作～

新入生向けにものづくり体験をしてもらうことを目的として昨年度に引き続き 3D イルミネーションを製作のテーマとして、今年度も実施することとした。3D イルミネーションとは、当センターのオリジナルデザイン・設計で、複数枚の透明アクリル板に文字や画像を彫刻し、それらを光で発光させ立体的に見せる装飾品である。毎年恒例となり 4 月に参加者を募集し 4, 5 月に開催した。12 名の募集で行い 12 名が参加した。



デザインのサンプル

3.1.1 今年度の取り組み

(1) もんづくり体験からものづくりへのヒント

「3D イルミネーション」は様々な工作要素が入っており、新入生がものづくりを体験する題材としては適していると考え採用した。体験できる工作要素として、アクリル板のレーザー加工・組み立て、マイコンを含む回路基板の製作、イラストレータを用いたデザイン、マイコンのプログラミング等である。プレートのオリジナルの設計は決まっているがプレートに描くデザインは学生に自由にイラストレータで描いてレーザー加工機を使用して RA 学生の手ほどきを受けて加工を行った。

(2) ものづくり体験を行いたいと思う学生への取り組み

12 名の応募枠に対して参加者は 12 名だった。各作業時において密な状態を回避できるよう検討したところ、レーザー加工機講習（デザインの発案と製作）においては、学生独自のアイデアを基にして制作をすること、入学時において系を越えた仲間作りも一つの目的としてとらえての開催であった。

ものづくりをするに当たりヒントとなることなり今後のものづくりヒントとなることも期待の一つとして考えて行った。

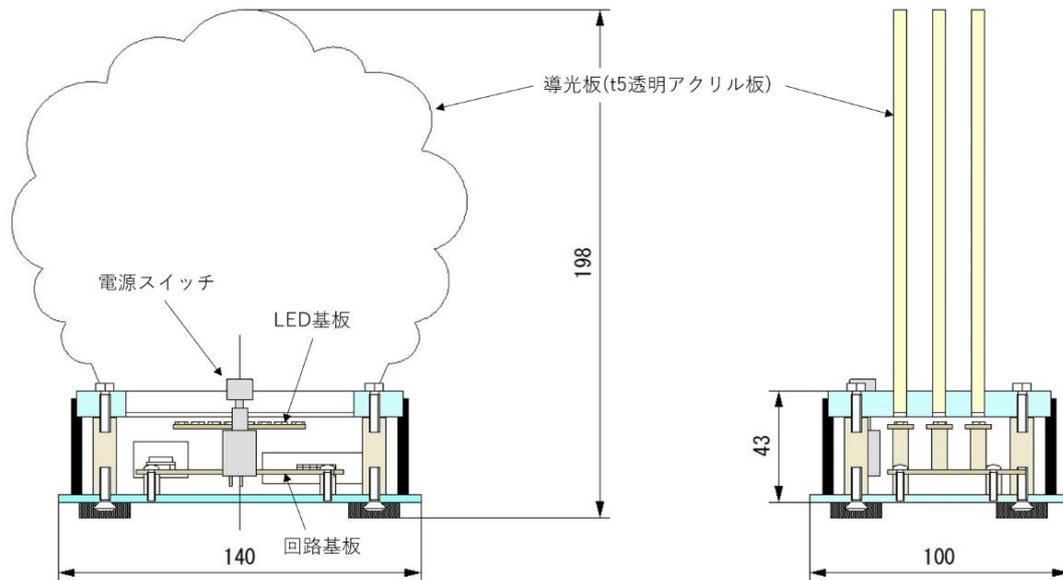
(3) 募集方法

- ①ものづくり教育研究支援センターの HP にて告知
- ②学士過程 4 月新入生配布資料に掲載
- ③学修コンシェルジュ LINE 公式アカウントにて配信

センターHPに掲載した情報

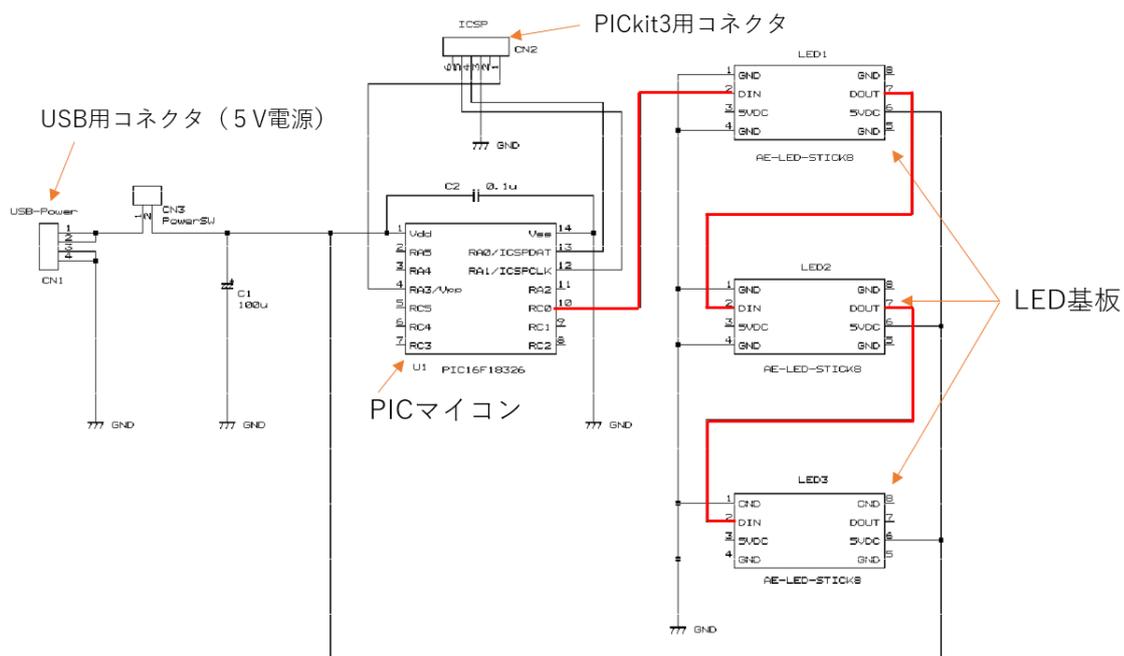
3.1.2 製作物の概要

(1) 構造



アクリル製のケースの中に、回路基板と3枚のLED基板（それぞれに8個のLEDモジュールが装着）が配置されている。図のように各LED基板の直上に導光板（厚さ5mmの透明アクリル板）を差し込めるようになっている。LEDから出た光は導光板の下のエッジから導光板の中に入光し、その表面で全反射することで、導光板の側面（広い平面側）からは外に出ず、上のエッジから光が放出される。この時導光板の側面に彫刻があるとその部分のみ全反射することができず、そこから光が外に放射され彫刻されている文字や絵が発光する。

(2) 回路



回路は大変シンプルなものになっている。これは、各 LED モジュールの発光色を指示する方法がシリアル通信になっているためである。回路図の中の赤線がシリアル通信のためのラインであり、3枚の LED 基板がカスケード接続されている。LED 基板にある 8 個の LED モジュールはその中に RGB3 色の LED チップとマイコンが内蔵されており、マイコンがシリアル通信と LED の輝度制御を行っている (LED 基板は購入品)。回路基板側の PIC マイコンは各 LED モジュールの発光色を 24bit (8bit×RGB3 色) の信号としてシリアル信号で送信する。シリアル通信の長さは、24bit×24 モジュール=576bit になる。

また、電源として普及しているスマホ用の電源アダプター等が使用できるように、B タイプのマイクロ USB コネクタで 5V 電源の供給を受けるようにした。PIC マイコンのプログラムの書き換えも行えるように、プログラム書き込み機 PICkit3 用のコネクタも設けた。

3.1.3 各作業の様子

(1) 作業内容の分割

下記の 4 つに分割し、各作業が 2 時間ぐらいになるように設定した。

作業 A：回路基板の製作

作業 B：ケースの組立・動作確認

作業 C：レーザー加工機講習

作業 D：導光板のデザインと製作

初心者でも作業が進められるように作り方マニュアルを作成した。



マニュアル(一部抜粋)

作業 A: 回路基板の製作

基板に電子部品をハンダ付けする作業である。部品数は少ないが、3枚の LED 基板に全部で 24 本のスズメッキ線をはんだ付けする必要があるため、根気が必要な作業になった。参加者全員が黙々とハンダ付けに集中していたのが印象的であった。作業終了後はマイコンにプログラムを書き込み、動作チェックを行った。約半数に何らかの問題があったが、はんだ付けの修正を行う等の対策で全員が正常に動作した。

作業B: ケースの組立・動作確認

ケースの組立は、所定の形状に加工されたアクリル板を接着剤で接合し、ケースに組み立てる作業である。きれいな箱状に組み立てられるように専用の治具を用意した。ケース組立は全員順調に作業が進められた。ただ、アクリル板から保護紙を剥がす作業には多少手こずっていた様子である。次に底板にケース、回路基板、電源スイッチを取り付け、天板を載せてねじ止めで終了である。ここで再度動作確認を行った。



ハンダ付け作業

作業C: レーザー加工機講習

レーザー加工機を使用し各自のオリジナル導光板を製作するため、全員がライセンスを取得した。



レーザー加工機でのデザイン作製

作業D: 導光板のデザインと製作

本装置には3枚の導光板を使用するが、最も手前の導光板（トッププレート）は、各自のデザインで製作することとした。尚、2枚目と3枚目はオリジナルデザインのまま、本学本館とその前の桜並木を立体的にデザインしたものである。トッププレートのデザインのサンプルデータ（デザインサンプルを参照）を用意し、これをもとに作成できるようにした。自分の好きな言葉を刻む、現在あるいは将来への自分の思いの言葉を入れ込む、気に入ったデザイン素材を持って来るなど、デザインの独自性を出すのに各人の工夫がみられた。



完成品の一例
15

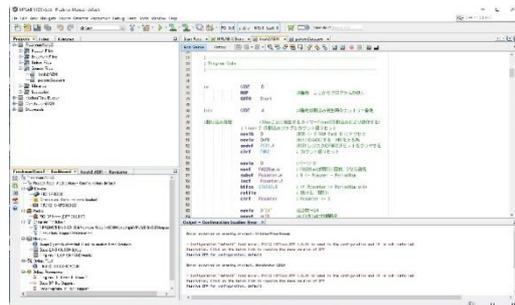
(2) 発光スケジュールのデザイン

発光スケジュールとは、3枚のプレートをそれぞれどんなタイミングでどんな色で発光させるかを決めたものである。スケジュールはマイコンのプログラムに書き込んであり、それを変更することでスケジュールを変更できる。

発光スケジュールのデザインは作業内容の中には入れなかったが、発光スケジュールを編集するツールを Windows で動作するアプリとして、参加者に配布した。発光スケジュールの変更を希望する場合は、自宅等での編集作業を可能にした。参加者の半数が、発光スケジュールの変更に挑戦したが、編集ツールの完成度が十分で無い、マイコン開発環境 (IDE) のインストールが必要、専用のプログラム書き込みツール (PICKit3) が必要等により難易度の高いものとなった。



発光スケジュールエディター



PIC マイコン開発環境

3.1.4 作品鑑賞会

製作過程でハンダ付けの際に電子パーツに熱を加えすぎて壊してしまう、亚克力板の接着で向きを間違えるなどの事象もありながら、コロナ禍において少人数での開催ではあったものの、参加者全員が無事に作り上げ、動作までの確認ができた。

「各人がどのような思い入れの作品を作ったのか」「どのような点に注力して作ったのか」「参加者同士が説明しあい交流することが良いのではないかなどと考え、感染症対策を講じた上で5月18日に「作品鑑賞会」を開催し参加者9名(内1名リタイア)に修了証を授与した。



発表風景



修了証授与

3.1.5 アンケートとまとめ

(1) アンケート

作品鑑賞会の後、アンケートを行った。以下はその一部の抜粋である。

- ・ものづくりセンターのHPを観て興味をもった。
- ・電子工作をしたくなったこととレーザー加工機に興味があったから。
- ・サークル参加の前に経験を積んでおこうと思った。
- ・レーザー加工機に興味があったから。
- ・夏季集中講義にも参加したいと思い、新入生ものづくり体験に参加した
- ・入学祝いに自分で何かを作りたいと思ったから。



集合写真(新入生、RA学生、教職員)

① 体験を終了しての感想は？

- ・初めてのレーザー加工を使ってみて意外と単純な設定で高品質なものを作れたのが興味深かった。
- ・はんだ付けがうまくいかず、大変だったが面白かった。
- ・友達もできたし4回とも楽しかったので参加してよかったです。もっと続いていたらいいのと思います。
- ・はんだ付けやアクリル板加工などやったことないことが色々できて楽しかったです。
- ・普段体験できないことを体験できてとても楽しかったです。レーザー加工機凄かったです。

(2) まとめ

まずはケガや事故がなく終了できたことに、学生 RA、参加者の皆様のご協力頂いた方々へ感謝です。参加者の楽しい雰囲気がアンケートからも伝わってきました。作製の時間から作品鑑賞会を実施し、それぞれのプレゼンを聞くことは色々な発見にも繋がり大変有意義だったと考える。

「3D イルミネーション」は色々な工作要素を取り入れながら初心者でも作る事が可能であり、更に各自のデザインを反映できるように構成したことは、参加者からも好評だった。

今後もどのようにしたら新入生がものづくり体験を通してものづくりの楽しさを実感できるか、模索しながら継続していけるように考えていきたいものです。

3.2 「ビールを学ぼう」ビールづくり講座報告（すずかけ台）

3.2.1 概要

ものづくりセンターでは、ビールづくりを通して、「造る喜び・高い完成度をめざす喜び」を体験してもらう事を目的として、「ビールづくり講座・ビールを学ぼう」を平成23年から開催している。講座開始以来、講座スライド・テキストの拡充や、税務署による許可の範囲内でいかに幅広い風味のビールを造ることができるかの検討などが続けられている。

仕込みから官能試験（試飲）までを体系的に学んでもらうために、基本的には研究室等のグループ単位で参加を受け付けているが、個人での参加希望も多い事から長期休暇を中心に公募型の講習も行っている。昨年度まで、2020年より続く新型コロナウイルス感染症の蔓延に伴い、感染拡大防止の観点より講座の実施に大きな制限がなされていたが、今年度5月より、感染症対策の引き下げにより大学の活動方針が緩和された。そのため引き続き感染対策を徹底する中で9月に公募型講座を2回、2023年2月に公募型講座を2回それぞれ開催した。

今年度はすべて公募型講座で行い、事前に醸造するビールの種類を決めたうえで募集をかけた。その上で使用する麦芽とホップは参加者と相談し決定する形をとった。第1回ではチョコレート麦芽を使用した飲みごたえのあるラガーを目指し、第2回ではシトラホップを主軸に香り高いIPAを目指した。第3回、第4回ではともにC15麦芽を用いてラガーとエールそれぞれに合う香りとなるように参加者と使用するホップを吟味し、ビールづくりを行った。

今年度のビール講座の開催状況を以下の表1に示す。

表1. 2023年度ビールづくり講座の開催状況

日付	製造番号	製造量	ビール種類	ホップ種類	講習区分	参加者属性	参加人数*
2023.9.21	2301	10L	ラガー	シトラ、レモンドロップ、カスケード	公募	専攻は様々	6
2023.9.28	2302	10L	エール	シトラ、レモンドロップ	公募	専攻は様々	6
2024.02.15	2303	10L	ラガー	カスケード、レモンドロップ、	公募	専攻は様々	4
2023.02.22	2304	10L	エール	シトラ、スティリアンゴールディングス、ハラタウミッテルフリュー	公募	専攻は様々	13
計	4回	40L	ラガー、エール	カスケード、ハラタウミッテルフリュー、スティリアンゴールディングス、レモンドロップ、シトラ	RA、公募	RA、職員様々な専攻	29

*参加人数には担当RA及び職員を含む

3.2.2 2023年9月開催 公募型ビール講座 開催報告

感染対策を徹底する中で9月21日と9月28日の2回公募型ビール講座を開催した。

9月21日の講座では麦芽の配合、目指すビールに適切なホップの選択について解説し、参加者に自由に選択してもらい、仕込み作業を行った。焙煎されたC60麦芽とチョコレート麦芽を利用した黒色のビールを目指してラガービールの醸造を行った。C60麦芽を使うデメリットも踏まえ、講座の中では原料である多様なホップの香りを体感してもらうことに加え、麦芽の香りや味の体験も行った。

9月28日の講座ではエールビールの醸造を行った。各ホップの特徴について説明した後、参加者とのディスカッションによりホップを決定した。はじめ、どの程度の苦みのビールにするかを決め、その後実際にホップの匂いを嗅ぎながら目指す香りを決めた。今回は、IBU値40程のIPAを目指し、シトラを中心とした3種類のホップを用いることとした。

瓶詰め作業は、ラガービールは講座から約2週間後の10月2日に、エールビールは講座から5日後の10月3日に行い、ビール完成後の官能試験は、参加者と個別に日程を調整して合計3回実施した。各回において、ラガービールとエールビールの両方について味や香りの評価を行った。

行った官能試験の結果は以下ようになった(図1-6)。ラガービールにおいては、泡立ちはあまり好くなく、酸味がやや強いとの意見をいただいたが、11月頃に行った官能試験において、特定の瓶ではその嫌な酸味が抑えられていてかなり美味しいとの評価もいただいた。本ビール講座では酵母を濾過していないため、瓶詰めされたビールにより「飲み頃」がそれぞれ異なるためである。エールビールにおいても、同じ日に開栓したビールでも酸味が異なり、酸味が抑えられている瓶ではホップがもたらす香りや味についてかなり高い評価を得ることができた。ラガービール、エールビールともに、飲み頃は瓶詰を行ったから1か月後の11月中であった。

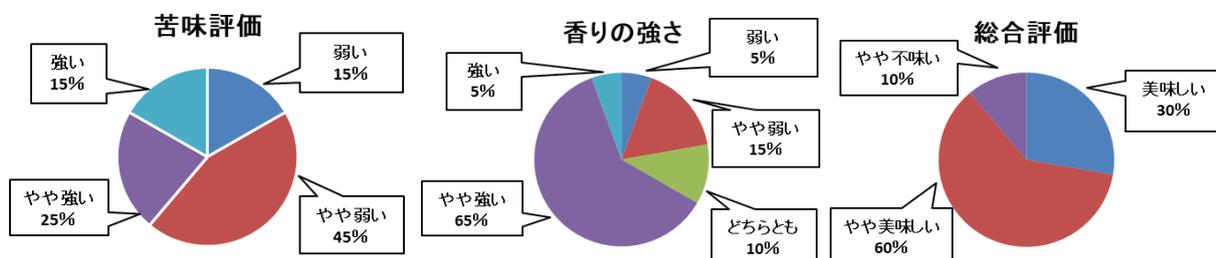


図1. 苦みの評価 (2301)

図2. 香りの評価 (2301)

図3. 総合評価 (2301)

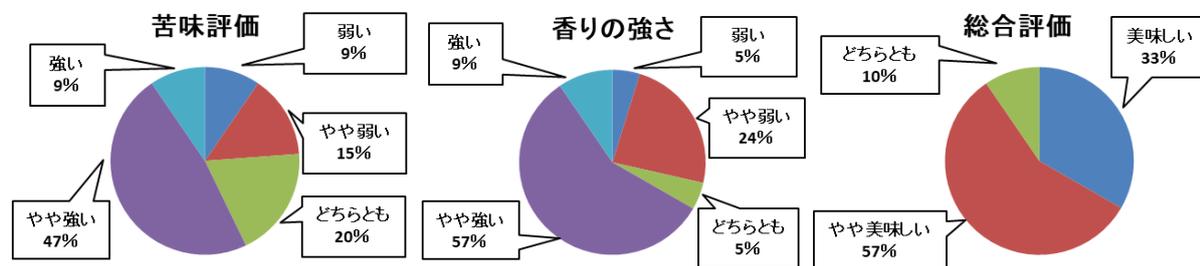


図4. 苦みの評価 (2302)

図5. 香りの評価 (2302)

図6. 総合評価 (2302)

3.2.3 2023年2月開催 公募型ビール講座 開催報告

感染対策を徹底する中で2月15日と2月22日の2回公募型ビール講座を開催した。

2月15日に4人、2月22日に13人の参加者を迎え、今回の講座では、ものづくりセンターRAの茂呂剛史君が講師を務めた。

2月15日の講座では少人数のため、麦芽の配合、目指すビールに適切なホップの選択について解説し、参加者に自由に選択してもらい、仕込み作業を行った。原料である麦芽の種類の説明や味見を行い、十分に吟味を行った上でC15麦芽の配合を決定し、ラガービールの醸造を行った。講座の中では原料である多様なホップの香りを体感してもらうことに加え、麦芽の香りや味の体験も行った。

2月22日の講座ではエールビールの醸造を行った。参加者が多い関係もあり、使用する麦芽に関しては2月15日と同じ配合にし、最終的にラガービールとエールビールでどのような違いが生じるかを確かめることにした。各ホップの特徴について説明した後、参加者とのディスカッションによりホップを決定した。はじめ、どの程度の苦みのビールにするかを決め、その後実際にホップの匂いを嗅ぎながら目指す香りを決めた。今回は、IBU値30程のエールを目指し、シトラを中心とし、シトラに合うようなホップとしてスティリアンゴールドディングス、ハラタウミッテルフリューの計3種類のホップを用いることとした。

また、2月15日に仕込んだラガービールの発酵具合が丁度良くエールビールの講座と重なり、初めて瓶詰作業を講座中に行った。エールビールの瓶詰め作業は、2月27日19時ごろに行い、ラガー13本、エール14本、計27本のビールを瓶詰めした。



図8 ホップ決め



図9 瓶詰作業



図10 発酵タンクへ移す様子

3.2.4 ビール講座の講師を務めた学生の感想

2021年度のビールづくり講座参加者として参加し、ビールをつくることの楽しさに魅了され、2022年度よりビール講座の担当として活動を開始した。コロナ禍で様々な制限のある中でも、少人数でのビールづくりを行い、先輩方から引き継いだビール造りの知見を学ぶことができ、大変嬉しく思う。2月の講座では、10人を超えたビール講座を開催することができ、生命理工学院だけでなく、工学院などの様々な系の参加者による感じ方の違いを経験できたことは興味深かった。都合により本ビール講座は一旦終了してしまうかもしれないが、ビールを通じた様々な出会いや、ビールをともに作り、楽しむという貴重な経験をさせていただいたことにこの場を借りて感謝を申し上げます。これからも、ビールにワクワクする気持ちを大切にしたい。

生命理工学院修士2年 三原堤研究室 茂呂剛史

3.3 工大祭 ～ミニチュア 軽トラをつくらう！～

3.3.1 はじめに

2019年度から随分と期間があきました。今年は、表題の通りのテーマでレーザー加工機を利用して展開図を切り出したパーツを木工ボンドで接着を行っていく体験作業となる。

図1に参加募集情報をものづくり教育研究支援センターのホームページに下記の情報を掲載した。10月28日(土)第一回目10時～12時、第二回目14時～16時の2回開催で合計50名の参加者を募った。

図2に製作する軽トラの原型の写真を示す。製作者の好みでデコレーションしてオリジナルのものを作ってもらふことをコンセプトとした。



図1 募集情報



図2 完成品

3.3.2 製作過程

製作に当たり遠藤センター長のご挨拶で本学ものづくり教育研究支援センターの経緯をお話し下さり、参加者の父兄の皆さんは、耳を傾けて聞いていました。参加者の皆さんの目がキラキラしているところが印象深くもありました。続いて組み立てについて説明をおこないました。組み立て表は組み立てに重要なところだけの説明とし、各部品を木工用ボンドで接着を行いデコレーションを各自行ってもらいオリジナルな軽トラを組み立ててもらった。



図3 遠藤先生の説明とスタッフ一同



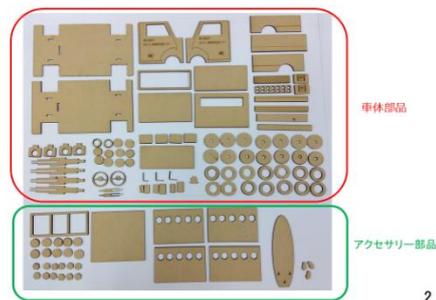
図4 組み立て説明

Tokyo Tech

2023年度工大祭ものづくり体験 パズル感覚で作る「軽トラ」製作

開催日時：2023年10月28日
場所：東京工業大学 ものづくり教育研究支援センター

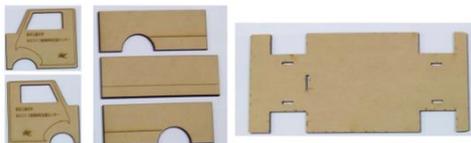
1. 組み立て部品



2

2. 各部分の組み立ての注意点 (その1)

- 2-1 車体
車体板にドア部と後部部品は、高さをそろえて線が入っているところを接着する。



3

2. 各部分の組み立ての注意点 (その2)

- 2-2 車軸とタイヤ
車軸の組み立ててから軸受けを通してタイヤを取り付ける。
車軸を組み立てる → 車軸を軸受け → 車軸と軸受けを取り付ける
- 2-3 車軸とタイヤの取付
2-2で作った車軸の先端にタイヤを取り付ける。
※十字の穴に入れる際に気を付けて行う。



車軸を組み立てる → 車軸を軸受け → 車軸と軸受けを取り付ける



4

2. 各部分の組み立ての注意点 (その3)

- 2-4 タイヤと車体部
軸受けを穴に接着する。
- 2-5 ハンドル部品2枚を接着しプレートに差し込んでハンドルを接着する。



5

3. 仕上げ!

- 全体の組み上げ
好みのデコレーションして出来上がり!!



6

図5 組み立て図

3.3.3 参加者の声

45名の参加者の中からアンケートに答えてくださった方は、30名であった。参加者の回答内訳は、大人：7名、高校生：1名、中学生：1名、小学生：17名、幼稚園：4名の30名であった。

アンケート結果の詳細は次ページにまとめてみた。



図6 参加者の製作風景



図7 RAスタッフの対応風景

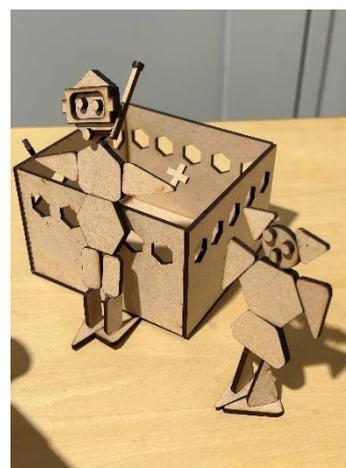
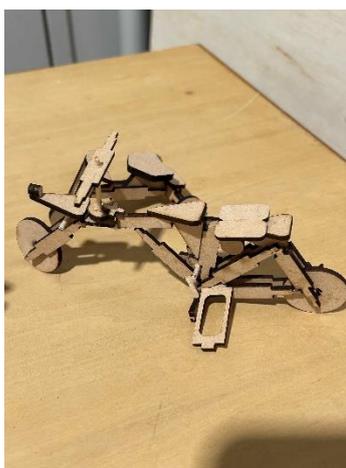


図8 完成品の写真

図6に参加者の製作中と図7にRAスタッフの参加者への対応の写真を示す。図8にアイデア次第でたくさん完成品の写真をまとめさせていただきました。

3.3.4 アンケート結果（抜粋）

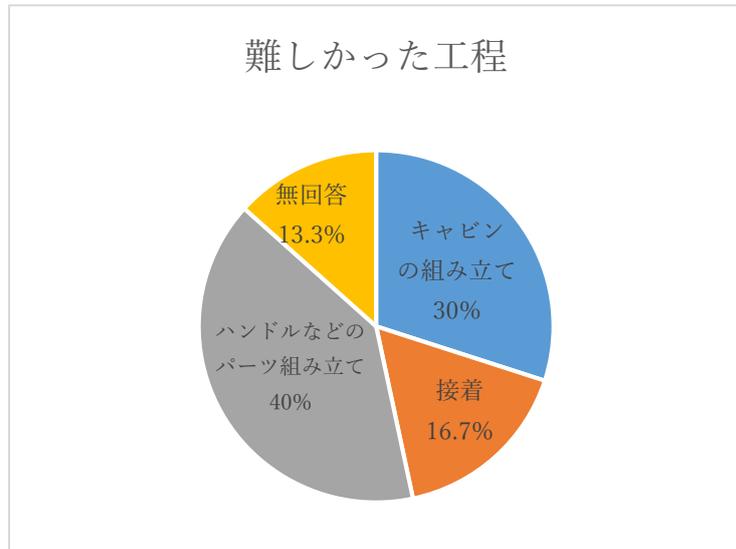
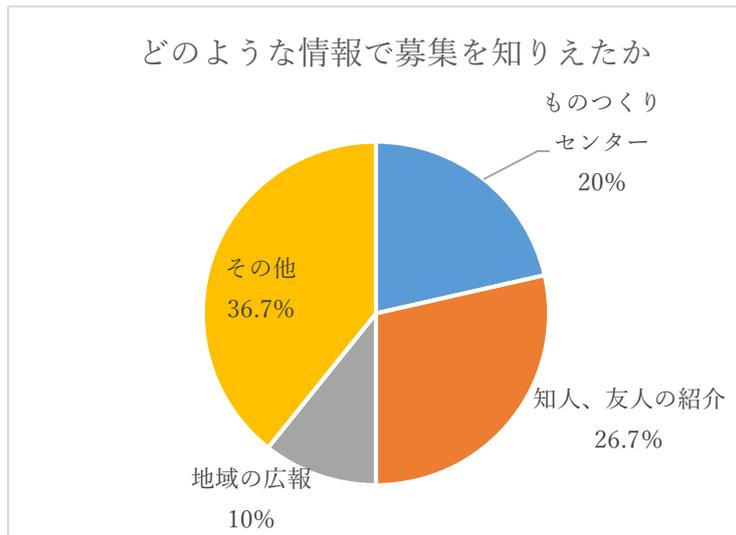
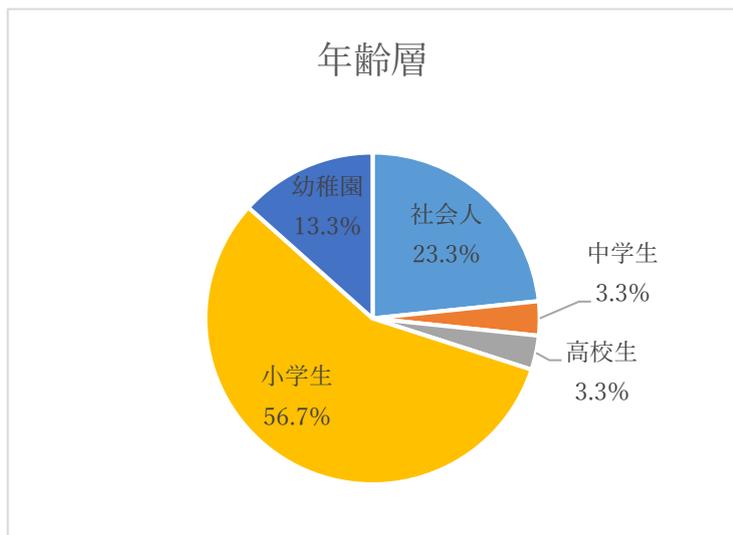
下記の統計の割合をグラフで示す。

○年齢層

○どのような情報で募集を知りえたか

○参加回数

○難しかった工程



3.3.5 参加された感想

- あまった部品を使ったアイデアが面白かった。
- 親子降譜でワイワイしながらとても楽しい時間でした。会話が弾みました。絵師得てくださった年配のおじさまがとても親切で気さくな方で、ご自分で作製した時の苦労感やオプションパーツの話など詳しく教えて楽しく話して下さりとても良かったです。ありがとうございました。
- 難しかったです。タイヤの回転がスムーズでなくしっかり回るように作れたらよかったですと思います。

- ・ものづくり楽しかったです。親切におしえていただきありがとうございました。
- ・とても楽しく、夢中になってできました。
- ・車体をデコレーションしてアレンジできるのが楽しかったです。
- ・とても立体でアレンジもできてとてもたのしかったです。
- ・木をくっつけたりかんがえたりするのが楽しかったです。
- ・自分のオリジナルトラックを作れてよかったです。ボンドがかわくのが楽しみです。
- ・すごくよかった。楽しかったです。
- ・ペーパークラフトみたいで楽しかったです。
- ・楽しかったです。
- ・とても楽しく作れました。邸に教えていただきありがとうございました。
- ・スタッフさんが優しくてとても楽しく取り組むことができました。ありがとうございました。
- ・作るのが好きなので楽しかったです。
- ・親子で楽しい時間を過ごせました！
- ・各テーブルに一人は教えてくださる方がいてくださいますとすぐに質問ができていいのではないかと思います。
- ・軽トラックつくれて楽しかった。
- ・部品を見たら絶対に作れないと思ったのですが、安藤さんの説明が丁寧で組み立てることができました。とても楽しかったです。
- ・家族みんなで四苦八苦しながら楽しい時間を過ごせた気がします。持ち帰って仕上げたいと思います。
- ・同じ席の人と話して楽しかったです。
- ・とても楽しかったです。スタッフの皆様ありがとうございました。

3.3.6 まとめ

センターとしてコロナ禍の影響で 2019 年度から 2022 年度までの 4 年間は工大祭でのものづくり体験を行うことができていませんでした。今年度の 2023 年度にもものづくり体験の準備での大変な時間も当日参加してくださった皆様のメッセージで至らなかった点も気づかされたところもあり、また、喜んでくださった感想を頂くことでまた、来年ものづくり体験を開催しようという気持ちになりました。

少しでも多くの方にもものづくりを行ってもらえるような機会になればと思います。

このような機会を与えてくださったセンター関係各位の皆様、参加してくださった皆様に感謝の意を表したいと思います。

3.4 東工大有志チーム NHK 番組「魔改造の夜」に出演

東工大有志チームがNHKの「魔改造の夜」に出演し、パブリックビューイングを開催

東京工業大学ものづくり教育研究支援センター（通称：ものづくりセンター）を利用するサークルを中心に結成された有志チーム「T工大」がNHK総合の番組「魔改造の夜」に出演し1/25（木）、2/29（木）の2回に亘り放送されました。放送当日には、ものづくりセンター・工学院機械系主催でパブリックビューイングを開催し、学内外の多くの方でにぎわいました。

エンジニアたちが家電や玩具を魔改造して未知の競技に挑み極限のアイデアとテクニックを競う、NHKの技術開発エンタテインメント番組「魔改造の夜」。撮影中は難しいお題に頭を悩ますことも多かったですが、ようやく放送日を迎えることができました。

ご協力下さった学内外の皆様には感謝致します。写真では会場の熱気までは伝わりませんが、よく知った大学が、すぐ隣の友人がNHKで放送されているというのは感動です。放送後には本番の撮影に使用された機体を間近で見ながら開発したメンバーからの解説があり、大いに盛り上がりました。

※注意：以下の内容には、出場した機体の情報など、放送された番組の内容を含みます。



魔改造の夜 チームT工大メンバー



魔改造の夜パブリックビューイングに来て下さった皆様と記念撮影

1/25 に放送された「おトイレ ゆか 宙返り」では、おトイレのおもちゃを魔改造し、5m の距離を跳び上がらせて空中で“宙返り”させ、目指すポイントに着地させて得点を競いました。競技の名前の通り体操の「ゆか」のような内容で、体操の審判による採点制で 30 点満点で採点されました。

2/29 に放送された「キックスケーター25m 綱渡り」では、キックスケーターを魔改造し、25m の綱渡りに挑戦しました。キックスケーターのタイヤよりも細い綱の上にキックスケーターを自立させ、その上で綱渡りの速さを競いました。

3.4.1 トイレが 2 回転宙返り？！

「おトイレ ゆか 宙返り」でもっとも大きな課題となったのは、機体を跳躍させる機構です。

出力の大きな、大きく重い機構を組み込めば高く跳躍できますが、その分機体が重くなり、出力の割に高く跳べなくなってしまいます。また、なんとか跳べたとしてもその重さから着地の衝撃が大きくなってしまい、綺麗に着地するのが難しくなります。さらに、空中で一回転させ”宙返り”する必要があり、その方法も考えないといけません。

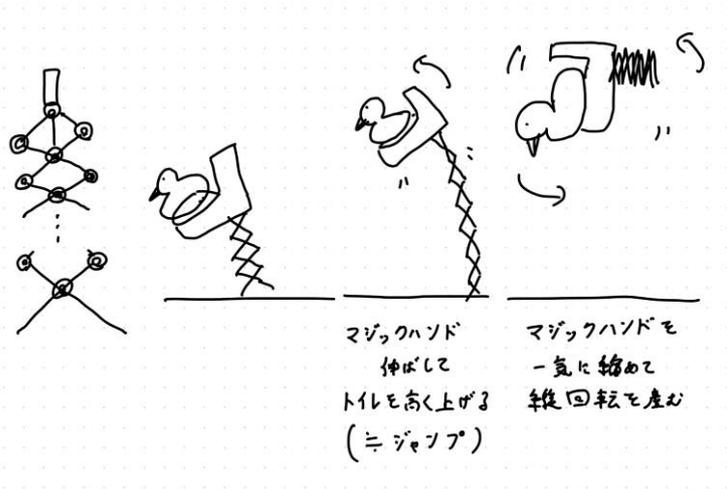
この課題に対し、マジックハンドのように伸びる機構 (scissor linkage) によって、地面を蹴り上げて跳躍する手法を採用しました。小さく畳める機構であるうえ、軽量ながら大きな力を出せる空気圧シリンダを使って駆動することで重量も小さく抑えています。

また、伸びる節の長さを工夫しており、まっすぐに伸びるのではなく”斜めに”伸びる構造としています。斜め向きに地面を蹴り上げることで空中で機体を回転させる力を生むことができ、ジャンプと宙返りをひとつの機構で実現しています。

さらに、空中で足を縮めることで、スケートのジャンプのように、機体をくるくると回転しやすくなります。足を縮めるタイミングを調整し、競技課題を超えた”空中 2 回転宙返り”、そして美しい着地を達成しました。



魔改造されたおトイレのおもちゃ



跳躍機構のアイデアスケッチと実機



宙返りの様子

参加した学生からのコメント

加藤智哉（工学院 学士課程 1年）

ロボット技術研究会の一員として、「おトイレ ゆか 宙返り」に参加しました。ものづくりを始めたのは東工大に入学してからですが、先輩から教わったことを生かし、加工や組み立てに携わりました。先輩方と共に活動することで設計や加工など多くの知見を得ました。1.5ヶ月という短いものづくり活動でしたが有意義な時間を過ごすことができました。

参加や開発を支援してくださった方々に感謝を申し上げます。

二見裕樹（工学院 機械系 学士課程 4年）

私はジャンプ機構の考案、製作を主に担当いたしました。人力飛行機の駆動系の設計、製作で培った技術力をもとに今回の企画に挑戦いたしました。いかにして良い精度と生産性を高めるかに焦点を当て製作いたしました。今までロボットに携わったことはあまりなかったのですが、私たちが作ったロボットが飛んだ瞬間とても達成感を感じることができました。また、様々な専門分野を持った方々とチームを組むことができとても刺激的で良い経験となりました。

網島康介（工学院 学士課程 1年）

「おトイレ ゆか 宙返り」の機体開発に、途中からとなりましたが参加しました。開発では回路設計・制御のパラメータ調整を主に行っていました。高校時代に得た技術を活かしたり、先輩方と共に製作しながら知らないことを教えてもらったりと、非常に良い経験となりました。連日の体育館での練習はかなりきつかったですが、そこで何度も試行錯誤を繰り返して良いものを作ることができました。

このような場を用意してくださった方々、また開発支援をしてくださった方々や先輩方に感謝を申し上げます。

3.4.2 キックスケーターが綱渡り！？

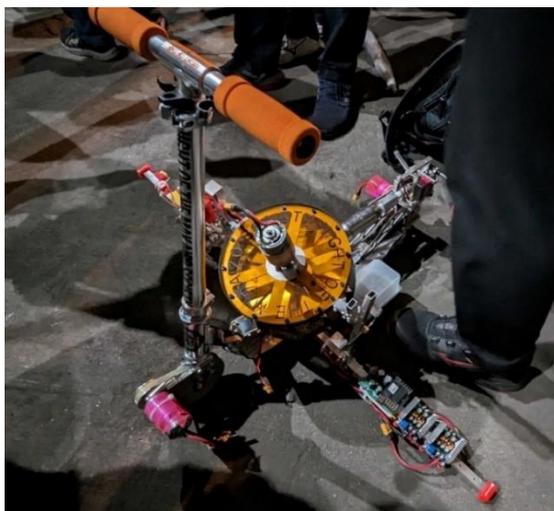
「キックスケーター25m 綱渡り」で大きな課題となったのは、キックスケーターをちゃんと直立させること、及びいかに素早く加速するかの2点でした。

当初より、T工大チームでは目標タイムを2.9秒に定めていました。しかし、これは急加速された不安定な状態においても、タイヤよりも細い綱の上にキックスケーターを直立させることが求められます。

そこで我々は、ジャイロ効果を応用した姿勢維持機構、及びプロペラ推力を利用したバランス維持機構を共に開発し、結果より安定していたジャイロ効果による機構を採用しました。このジャイロ効果による機構では、最長で2分30秒の間、キックスケーターを綱の上に立たせることに成功しました。

また、素早い加速については、高圧のCO2ボンベを使用したジェット噴射加速を採用しました。このジェット噴射機構には、ロケットサークル「CREATE」で培われたロケット技術と、圧縮空気を適切なタ

イミングで即座に解放するバルブ解放機構が使用されており、大会本番で4秒37の記録を出すうえでは欠かせないものでした。



魔改造されたキックスケーター（オレンジ部がジャイロ）



高圧CO₂ガスによるジェット噴射によるスタートダッシュ



綱渡りの練習風景

参加した学生からのコメント

大嶋俊之（工学院 システム制御系 修士課程2年）

「キックスケーター25m 綱渡り」の開発でソフトウェア・電装を担当しました。私は大学では制御工学を専攻しており、多くの検証を通してロボットのより良い制御手法を研究しています。今回のプロジェクトでは競技の性質上、事前の実機での包括的なテストが困難だったため、各要素ごとのテストを繰り返してソフトウェアと回路の信頼性向上に務めました。本番では初回の試技で想定外の事態が起きましたが、結果的に構築したシステムが正確に機能することが確認でき、二回目の試技で無事25mを走り抜けることが出来ました。

このプロジェクトは、技術者としての成長と大きな達成感を得られた貴重な機会となりました。開発を支援してくださった皆様、関係者の皆様へこの場を借りて感謝申し上げます。

佐々木日向（工学院 機械系 学士課程3年）

私は主に回路の設計製作を担当しました。開発期間中は時間も予算も限られた中で、要求される動作をする回路を完成させなければなりませんでした。その過程で様々な工夫が求められ、機械を動かすうえでの回路に関する基礎的な知識の重要性を改めて実感しました。色々なトラブルが発生しましたが、最終的に本番では無事動作してくれて安心しました。この貴重な経験を生かして、今後のサークル活動や研究に取り組みたいと思います。

番組参加にあたっては、ものづくり教育研究支援センターおよび工学院機械系からの全面的バックアップを受けました。

また製作にあたっては、ものづくり人材応援基金、教育革新センター教育の質向上サイクル推進助成（EdCycle Grant）「学生のアントレプレナーシップを引き出す「ものづくりセミナー」プラットフォームの構築」、東京工業大学機械工学分野卒業生同窓会「白星会」から制作費のご支援を頂きました。ご支援いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

参考

ものづくりセンター

<http://www.mono.titech.ac.jp/index.html>

工学院機械系

<https://educ.titech.ac.jp/mech/>

NHK「魔改造の夜」

<https://www.nhk.jp/p/ts/6LQ2ZM4Z3Q/>

ロボット技術研究会

<https://www.rogiken.org>

ロケットサークル CREATE

<https://creatorocket.wixsite.com/create-tokyotech>

Meister

<https://www.meister.ne.jp/>

教育革新センター

<https://www.citl.titech.ac.jp/>

ものづくり人材応援基金

<http://www.mono.titech.ac.jp/uploads/620bcc4efe2d68e2a97e2e3853083148b8edcf87.pdf>

4. サークル活動への支援と活動報告（大岡山）

4.1 サークル活動への支援

・サークル合同説明会

新型コロナウイルスが5類へと移行し、ようやくキャンパスに学生たちの賑やかな声が戻り、活動が活発となった2023年度は新入生向けものづくり系サークル合同説明会をMeisterが幹事サークルを担当し、各サークルへの呼びかけ、企画、実施まで取りまとめを行った。Meister、CREATE、Maquinista（ロ技研）、ScienceTechno、自動車部の5団体が参加を希望し、センターHPおよびポスター等で告知を行い、先着30名の申込とし、展示ルームにて説明会を開く事になった。当日参加も受入れるとしたところ、立ち見も出るほどの大勢の参加があった。

当日は各サークル1～2名の担当者がそれぞれのサークルの魅力をプレゼン形式でアピールし、その後個別相談にて参加者からの質問を受け付け、入部に向けてのアピールを行った。例年、この説明会から入部を決めた新入生がいると聞いており、開催の意義が感じられた。



図1 入口掲示



図2、3 説明会の様子

・ものづくり系サークル会議

ものづくり教育研究支援センターの設立（2005年8月）当時から今日までの経緯の中でMeister、CREATE、ロ技研（中でもMaquinista）、デザイン研究会、ScienceTechno、自動車部をものづくり系支援6サークルとして、センターとGive & Takeで関わってきました。

昨年度からは新たに国際開発サークルIDAも加わり、7サークルと賑やかになった。新旧メンバー交代に伴いセンタースタッフとサークルメンバーが自己紹介をしたのち、各サークルに4月からの活動報告およびその後の活動計画を発表してもらった。またセンター利用にあたり、心得の確認をし、お互いに理解を深め合い、今後もセンターとものづくり系サークルで協力体制を取りながら、いい関係を続けて行けるよう情報交換、意見交換を行う事ができ、大変有意義な会となった。

HPも活用しながら、サークル活動を支援していけるよう各サークルのチラシも掲載している。またセンター運用に欠かせないRAさんはこのサークルからの信頼できる人に依頼し、大きな力となっている。日頃の活動からの信頼関係で成り立っていて、今やものづくりの運用にRAさんはなくてはならない存在となっている。

今後もセンターとサークルが関わり合い、よりよい関係を更に構築して行きたい。

4.2 Meister

4.2.1 団体紹介

Meister は毎年夏に行われる鳥人間コンテストに向けて、人力飛行機を制作している東京工業大学公認のものづくりサークルです。鳥人間コンテストで優勝すべく、Challenge & Creation をモットーに日々様々なことに挑戦しながら機体を製作しています。ものづくりセンターには活動場所として倉庫やセンター内のスペースをお借りしております。また、製作の際に必要な旋盤やフライス盤、レーザー加工機なども利用させていただいております。

4.2.2 第41回鳥人間コンテスト

鳥人間コンテストとは、各団体が製作した飛行機の飛行距離を競う大会です。Meister は例年人カプロペラ機部門に出場しています。2023年の第41回鳥人間コンテストには、強豪校としての Meister を復活させるという意味を込めて命名された機体「REVIVAL」とともに出場しました。近年では、炉の焼失やコロナウイルスによる対面活動自粛もあつたうえに、2022年の鳥人間コンテストは離陸直後に失速してロールして墜落という非常に悔しく残念な結果に終わってしまいました。これを受け、機体設計としては「確実に飛ぶ」ということと代としてはこれからの Meister の下地作りを意識して、「ロバストな機体設計」「パイロットの操舵技術向上」「チームのオペレーションの質の向上」「後輩への引き継ぎ」に注力しました。血のにじむような努力の末、直線距離 3851.83m を記録し、13 機中 4 位という結果を残すことが出来ました。先輩方がこれからの Meister のために下地作りを意識して活動をしてくださった上に、このような記録を残してくださったことはこれからの Meister にとって大きな価値があると言えます。



図 1 鳥人間コンテストでの集合写真

4.2.3 2023 年度の鳥人間コンテストに向けて

2022 年度の鳥人間コンテストは向かい風が強いという気温も高いという過酷な環境において飛行をすることになりました。そこで今年は過酷な環境にも耐えられる剛性の高い主翼を実現するために、Meister の最大の特徴である太い翼桁を復活させ、副桁を採用することにしました。副桁を入れることにより桁の比剛性が向上、さらにリブを支えることで非常に強い構造を実現します。また、過酷な環境の中でもパイロットが冷静に飛行できるよう、出力に余裕のある設計としました。さらに機体製作とは別に Meister のブログを刷新し、対外的なアプローチにも力を入れております。ブログには前述の他にも様々な工夫を紹介しているので是非ご覧ください。(ブログリンク : <https://www.meister.ne.jp/>)

活動報告として、荷重試験という作業をご紹介します。荷重試験は簡単に言えば人力飛行機の主翼の骨組みである桁の強度と剛性を確かめる試験です。一度目の荷重試験は失敗に終わってしまいましたが、一度目の反省を生かし、二度目の荷重試験に向けて部員一丸となって製作を進めています。

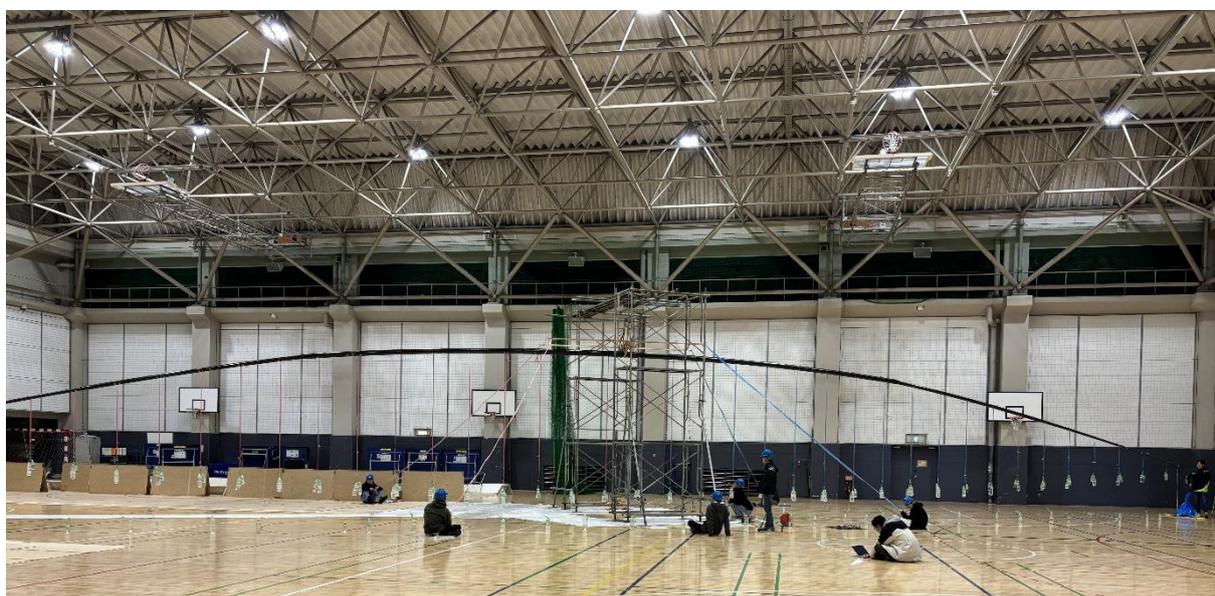


図 2 荷重試験の様子

これからも来年度以降の鳥人間コンテストに向けてより良い機体を製作し、強豪校としての復活を完全に遂げるためにも精一杯頑張っ参ります。

ものづくりセンターの皆様には、日頃のご支援に改めて御礼申し上げますとともに、引き続きご助力の程、よろしくお願い申し上げます。

4.3 ロボット技術研究会

ロボット技術研究会は、各個人が研究したい・作りたいものを自由に作るために、「研究室」という形でグループを組みます。このグループは自由に加入・辞退することができ、また新たに作ることも可能です。そして、年二回、ロボット技術研究会全体での研究報告会を行うことで情報交換の場としています。今回は多々ある研究室の中のいくつかを報告とします。

4.3.1 NHK 学生ロボコン

「NHK 学生ロボコン」は 1991 年から NHK が毎年開催している大会で、この大会の優勝チームが日本代表として、世界大会「ABU アジア・太平洋ロボットコンテスト」に出場します。ロボット技術研究会からは Maquinista が参加しています。

2023 年度の競技課題は“Casting Flowers over Angkor Wat”で、テーマは「輪投げゲーム」でした。カンボジアの世界遺産アンコールワットを模したステージに立てられた 11 本のポールに 2 台の機体が協力してリングを投げ入れ、その点数を競うというものです。カンボジアの寓話において、「うさぎ」は知恵の象徴として、「ぞう」は力強く穏やかな性格をもっているとされていることから、「うさぎロボット」(Rabbit Robot 通称:RR)と「ぞうロボット」(Elephant Robot 通称:ER)を作成しました。(図 1)



図 1 左:ER(Squilla) 右:RR(Chaffee)

フィールドには各チームの色のリングがそれぞれ 40 個あり、2 台のロボットがそれらを拾い上げ、ポールに投げ入れます。ポールの一番上にリングを入れたチームがそのポールのポイントを獲得できるため、一度得点されたポールの上にリングを投げ入れることで、お互いの得点を奪うことができます。決められた 8 つのポールの得点を獲得すると“Chey-Yo” (チェイヨー)となり、その時点で達成したチームの勝利となります。本年度の結果は、予選リーグ 1 勝 1 敗で予選敗退となりましたが、機体の射出機構として採用していたテーパ付きのローラー(通称:人参ローラー)が評価され、特別賞のマブチモーター株式会社賞を受賞することができました。(図 2, 図 3)



図2 受賞式の様子



図3 特別賞のトロフィ

2024年のABUアジア・太平洋ロボットコンテストの競技課題は”HARVEST DAY”で、ロボット2台で苗を植えて稲を収穫するまでを模した競技を行います。現在1次ビデオ審査に向けて開発・改良を進めています。そして、大会終了まで優勝を目指してものづくりセンターを一層利用させていただきます。

4.3.2 関東春ロボコン

関東春ロボコンとはNHK 学生ロボコンへの出場を目指すチームの新人教育の場となることを目的に開催されるロボコンです。2023年の3月に開催され、Maquinistaの2年生(当時1年生)から2チーム参加しました。

2023年度の競技課題は“Display Toys!!”で、おもちゃに見立てた帽子と段ボールの箱を決められたエリアに陳列・回収し、獲得したポイントを競うというものでした。陳列するエリアや陳列・回収する物でポイントが異なり、先にタスクを終えたチームにポイントが加算されます。結果としては、2チームとも予選リーグ敗退でしたが、初めてのロボコンに出場するという経験や勝つために必要な開発など得るものが多い大会となりました。

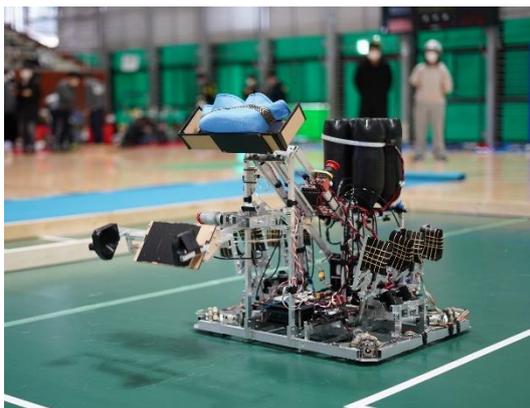


図4 ε チーム機体 Woddy

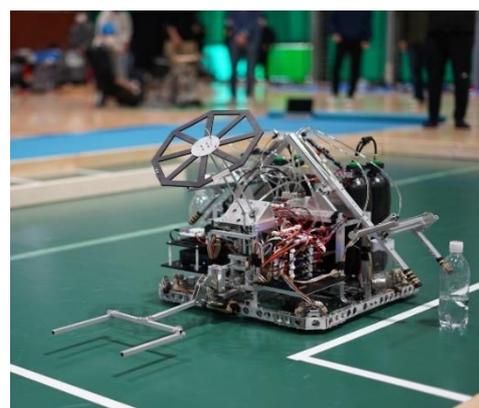


図5 δ チーム機体 Toyputle

今年度も関東春ロボコンへMaquinistaの1年生から2チームが参加します。現在、大会出場に向けて機体を作成中です。

4.3.3 関東夏ロボコン

関東夏ロボコンとは関東春ロボコンと同じく、NHK 学生ロボコンへの出場を目指すチームの新人教育の場となることを目的に開催されるロボコンです。2023 年の 9 月に開催され、Maquinista の 1 年生から 1 チームが参加しました。

2023 年度の競技課題は「関東不動産闘争」で、発泡スチロールのレンガをマンションに見立て、各エリアにレンガを積み上げるというものでした。レンガの置き方や置くエリアによってポイントが異なり、獲得したポイントを競います。結果としては、予選敗退でしたが、計画や戦略立てなど勝利するために欠かせない要素を知ることができた大会となりました。



図 5 出場機体 Bricolaje

4.3.4 東海地区交流ロボコン

東海地区交流ロボコン(通称:とうロボ)とは「日本のロボコンを強くしていく」という目標のもと、当会近辺の大学や高専が集まり互いに競い合うことで、ロボコン技術を向上させる大会です。2023 年の 9 月に開催され、Maquinista の 2 年生から 2 チームが参加しました。

2023 年度の競技課題は「ロボット・ニュータウン」で、5 カ所の「スポット」と呼ばれる台座の上に建材(段ボール)を積み上げ、その数と場所の得点を競うというものです。一部のスポットは相手と共有されているため、臨機応変な試合運びが求められました。結果としては、A チームがベスト 8、B チームが 3 位入賞でした。準々決勝で A チームと B チームが対戦してしまいましたが、2 チームとも結果を残すことができました。

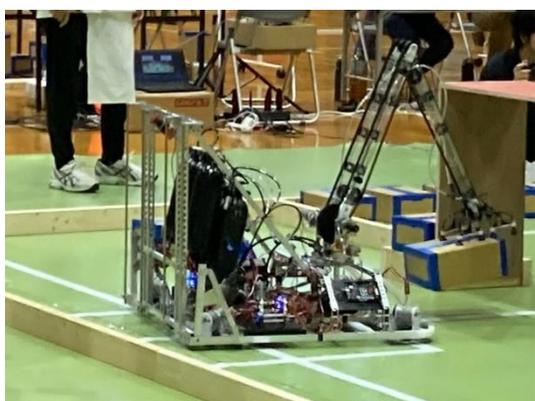
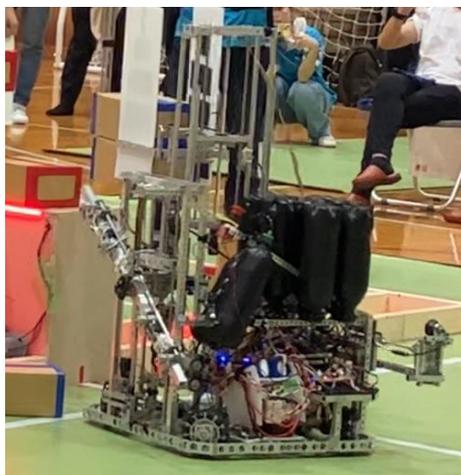


図 6 A チーム機体 Gaudi



39 図 7 B チーム機体 Hideyoshi

4.3.5 水中・海洋ロボコン（Aqua 研）

水中ロボットを作成している Aqua 研は以下の大会に参加しました。

6月：海洋ロボット夜の祭典

8月：水中ロボットコンベンション 2023 のフリー部門・AI チャレンジ部門

本年度は、既存機体を使用した演技パフォーマンス、新入部員による機体制作などを行いました。アクア研としては初めての、大会での優勝をすることができました。現在は今までアクア研で培ってきた技術の伝承を始めています。

来年度も引き続き水中ロボットの技術開発、製作、等に励んでまいります。



図 8 Kurione2 Kurione3 が演技をしている様子



図 9 水中ロボットコンベンション機体

4.3.6 SSR 杯（新入生用部内ロボコン）

2023 年 9 月 16 日に新入生を中心とした部内ロボコン「SSR 杯」を開催しました。この大会は新入生の技術力向上と部内の縦、横の交流を目的としています。新入生は 4 人 1 組のチームを組んで 1 台のロボットを協力して組み立てます。各チームには専属のアドバイザーが付き、適宜アドバイスや工作機械などの講習を行います。

第二回目の開催となる 2023 年度のテーマは「どうぶつタワーバトル」でした。どうぶつの絵が描かれたブロックを運び所定の位置で積み上げ、最後にどうぶつフィギュアをそのタワーの上に置くことで勝利するというルールです。

今年は計 4 チーム 16 名の新入部員が参加しました。大会での製作を通じて多くの部員が技術力と今後の活動の目標を見つけることができました。また上級生においても互いの技術力の共有に繋がりました。

また、10 月に開催された工大祭では本番で使ったロボットとフィールドを使用し、来場者に操縦体験をしていただきました。多くの来場者、特に未就学～小学校低学年の方々に楽しんでいただきました。

本年度は、東工大教育革新センター EdCycle Grant「学生のアントレプレナーシップを引き出す「ものづくりセミナー」プラットフォームの構築」からご支援いただきました。また工大祭や白星会を通してたくさんのご寄付をいただきました。



図 10 大会の様



図 11 競技会後の集合写

(文責 ロボット技術研究会ものづくり係 栗原大)

4.4 東工大 ScienceTechno

4.4.1 団体紹介

東工大 ScienceTechno (サイテク) は、東京工業大学の公認サークルです。科学や技術の面白さを多くの人と分かち合う、サイエンスコミュニケーションの実践を目的としています。特に、子どもたちが科学を楽しむことを通して、理工系分野に興味を持つきっかけとなることを目指しています。主に小学生を対象に、小学校や科学館などの様々な場所で、工作教室やサイエンスショーの企画、運営をしています。

4.4.2 活動実績

2023 年度に実施したイベント数は昨年を上回り、年間で 50 件を超えることができました。東京工業大学の行事であるすずかけサイエンスデイ、ホームカミングデイ、工大祭にも参加し、多くの人に工作や実験ショーなどを体験してもらうことができました。新型コロナウイルスへの規制もかなり緩和されてきた中で、盛んに活動し充実した一年になりました。

(1) 新入生歓迎行事(4月)

今年度も昨年に引き続き、対面で新入生歓迎行事を執り行うことができました。普段のイベントの様子を体験してもらう「工作教室」や、ものづくり系サークルが集まって新入生向けの説明会を行う「ものづくり合同説明会」などを通して、合計 37 名の新入部員が加わりました。

また、ものづくりセンターの大型プリンターを利用させていただき、新入生向けの立て看板を作成しました。入部時のアンケートでは 15%以上の新入部員が「立て看板でサイテクのことを知った」と回答しており、大きな宣伝効果がありました。



図1 今年度作成した立て看板

(2) すずかけサイエンスデイ・ホームカミングデイ(5月)

すずかけ台キャンパスにてすずかけサイエンスデイ、大岡山キャンパスにてホームカミングデイが開催されました。ホームカミングデイは去年に引き続きの参加となり、すずかけサイエンスデイは、新型コロナウイルスによる影響も弱まってきたことで、4年ぶりに参加することができました。

サイテクは、地域の小学生向けに、参加者1~3人に対してスタッフ1人がつく「カフェ」という形式で工作を実施しました。また、「ホームカミングデイ」では、日ごろから部員が開発している演示実験の展示も行いました。

これらのイベントは、サイテクの新人部員が初めて参加するイベントであり、緊張しながらも子どもたちに楽しんでもらいながら工作を教えることができました。



図2 「カフェ」で実施した工作

(3) 工大祭(10月)

2023年度の工大祭では、昨年に引き続き「工作教室」、「サイエンスショー」、「展示」の3つを実施しました。

「工作教室」では、「偏光万華鏡」や「コップギター」など計4種類の工作教室を開催しました。「サイエンスショー」では、空気砲を使った実験や竜巻を起す実験などを30分間のショー形式で実演しました。「展示」では、ペットボトルに入った液体を振ると黄色・赤色・緑色と変化する「信号機反応」や、ダイヤル錠の仕組みが学べる「サイテク式ダイヤル錠」など、当サークル部員が開発した計9種類の工作や実験を展示しました。



図3 「サイエンスショー」の様子

工大祭グランプリという来場者に好きな展示を投票してもらう企画において、サイテクは学生展示企画部門で惜しくも2位となりました。2年連続の1位獲得とはなりませんでしたが、どのイベントにも大変多くの人に来ていただき、満足のいく工大祭になりました。

「工作教室」の準備にあたっては、「偏光万華鏡」に必要な筒を用意するために、ものづくりセンターの帯鋸を使用させていただきました。また、「教室」、「サイエンスショー」、「展示」の各部屋で掲示していたA0ポスターは、ものづくりセンターの大型プリンターで印刷させていただきました。



図4 「偏光万華鏡」

(4) 班活動(夏・冬)

サイテクでは、年2回、班に分かれて工作や実験ショーの開発、改良をする取り組みを行っています。ある班では、鏡とマジックミラーを組み合わせると光が連なっているように見える「インフィニティミラー」という工作を開発しました。これは今年の工大祭の「展示」で実際に展示されました。また、班活動は、新たな工作を開発するだけでなく、部員同士の交流にも繋がり、楽しんで活動を行うことができました。

図5 「インフィニティミラー」



4.4.3 今後に向けて

コロナ禍からの日常を取り戻しつつある中、今年度は対面で多くのイベントを実施することができました。東工大 ScienceTechno が最も重視しているサイエンスコミュニケーションが途絶えることがないよう、これからも新型コロナウイルスには十分な対策をした上で活動を続けていきたいと思っています。また、新たな工作の開発や他団体との交流も積極的に行い、より活気のあるサークルにしていきたいと考えています。

(文責：東工大 ScienceTechno 八島 功汰)

4.5 デザイン研究会

4.5.1 サークル紹介

デザイン研究会は、イラスト、木工、手芸、レジン、折り紙、3DCG など様々なジャンルでの創作活動を行っているサークルです。

秋の工大祭ではカフェを開き、サークル内で設定したテーマに合わせて、使用する家具や衣装の製作、提供するメニューの考案・調理等を行っています。また、東京ビッグサイトで開催されたデザインフェスタ vol. 57、ハンドメイドインジャパンフェス 2023、冬(2024)にて、手作りのアクセサリや手芸品などの販売を行いました。

4.5.2 2MDesign

2ヵ月の製作期間で全体の目標・テーマや個人の目標・テーマに向けて作品を作る「2MDesign」という企画を2023年2月より開始しました。実施期間終了後には、企画の中で作成した作品の発表を行い、それぞれの作品に対して感想を言い合いました。また、2MDesignのテーマは実施期間と時期に近いイベントのテーマも兼ねており、作品はそれぞれのイベントにて展示・販売を行いました。

4.5.3 新入生歓迎イベント

今年度4月に開催されました、東工大生向けのTaki Plaza オープニング記念イベント「若葉祭」にて、新歓も兼ねた作品展とワークショップを実施しました。作品展では第0回2MDesign【春】にちなんだ作品や、過去の工大祭や外部イベントにて作成した品々を展示しました。ワークショップでは、自分で実際にグラフィックデザインを行い、それをもとにオリジナルエコバッグを作る体験会を実施しました。

4.5.4 工大祭

10月28日、29日に開催された工大祭では、第3回2MDesign【スケール】をテーマに、カフェ「カフェデザインパレット」を出展しました。部員は家具班、衣装班、宣伝班、調理班に分かれて、6月から準備を行いました。

家具班は、フロアに配置する椅子、テーブル、カウンターを製作しました。設計、材料の調達、切り出し、組み立て、塗装など、すべての工程を部員が手分けして行います。耐久性を重視し、木材の組み立てにはビスを用いました。また、お客様に快適に使用していただけるよう、全体にしっかりとヤスリをかけ、なめらかな手触りを目指しました。木材の切り出しと組み立てには、ものづくりセンターを利用させていただきました。衣装班では、フロアでの接客にあたる部員のエプロンや、テーブルクロス製作を行いました。こじんまりとした机や、身の回りのものを拡大したようなデザインのテーブルクロスは、それを見ただけで小人になったような気分させるような、スケールというテーマに合った世界観を演出するのに大きな役割を果たしたと思います。(図1) 宣伝班では、メニュー表、伝票、看板、宣伝用フ



図1 内装の様子

ライヤー等を製作しました。メニュー表には料理の写真、フライヤーの裏側にはわかりやすい地図を載せて、お客様に情報が伝わりやすく、また、興味を持ってもらえるようなデザインにしました。調理班では、お客様に提供する料理や飲み物のメニューの考案・製作をしました。試作と試食を繰り返し、納得のいくものを作り上げました。(図2)

工大祭当日には、学内の方はもちろん、高校生や近隣住民の方、その他大学外部の方もお迎えしました。デザイン研究会が一丸となって作りあげた空間を、たくさんの方々に楽しんでいただけたと思います。



図2 切り株バウム

4.5.5 外部イベントへの出展

5月下旬に開催されましたデザインフェスタ vol.57、7月下旬と1月中旬に開催されましたハンドメイドインジャパンフェス(HMJ)2023、冬(2024)に出展させていただきました。デザインフェスタ・ハンドメイドインジャパンフェスは、それぞれ年2回東京ビッグサイトで開催されるアジア最大級の国際的アートイベントです。

デザインフェスタ vol.57では、第1回2MDesign【食事】をテーマに作品製作やブースデザインなどを行い、オリジナルバッグや編みぐるみ、レジンアートの展示・販売を行いました。(図3) ハンドメイドインジャパンフェス2023では、第2回2MDesign【幾何学】をテーマに、幾何学模様が印象的なつまみ細工や編みぐるみ、レジン作品などを展示・販売しました。(図4) ハンドメイドインジャパンフェス冬(2024)では、第4回2MDesignとして【モノクロ】と【ファンタジー】の2テーマを掲げ、アクセサリーの展示・販売を行いました。また、テーマに沿ったイラストやロゴを有志の間で募り、ステッカーおみくじ(図5)として販売するという、複数人体制での作品製作・販売も行いました。

自ら製作した作品を自分で販売するという貴重な体験ができたことに加え、国際的なハンドメイドイベントということで、数多くの興味深い作品から良い刺激を受けることができました。



図3 デザフェス vol.57



図4 HMJ2023



図5 ステッカーおみくじ

4.5.6 終わりに

上記の活動以外にも、部員は常日頃から作品づくりをして互いに切磋琢磨しています。工大祭での装飾及び家具作りや部員の個人製作など、ものづくりセンターの日ごろのご支援に感謝申し上げますとともに、これからもご指導、ご鞭撻のほどをよろしくお願いいたします。

(文責：デザイン研究会 有近 智乃)

4.6 自動車部

4.6.1 活動概要

自動車部では、人材育成を最重要課題として、技術者の総合力を育む活動を目指しています。主に、ものつくりの実践と、製品解析による既存技術の会得をバランスよく経験できるよう努力しています。

本年度は、ものつくりの実践として公用車であるトラックの荷台塗装、自動車の電動化と自動ブレーキの搭載検討を行いました。また、個々の能力向上を目的として自動車整備士技能検定を受験し、昨年度の活動再開後に入部して実務経験を積んだ部員3名が合格しました。

ものつくりセンターにおかれましては、工機類を使用した機械工作を中心として、個々の部品製作から全体設計へのご助言、新入生の育成など総合的にバックアップしていただいております。ありがとうございます。ものつくりセンター様の広い作業スペースと大型工機は、自動車部の製作活動に欠かすことはできません。

4.6.2 公用車のトラックの荷台塗装

木製荷台を鋼鉄製へ換装する改造について、塗装の工程を行い、完成させました。100kgを越える大物部品や6mを越える長尺部品など約10点を含む、取り扱いに注意を要する数多くの部品を安全に塗装し、無事に組み上げることができました。



図1 塗装作業の様子

塗料の選定や工程などについて、環境などに配慮し、有機溶剤の使用量と関連する廃棄物の削減と、安全衛生に配慮し、作業員保護と事故防止を徹底するよう計画し、実行しました。まず、作業員全員が有機溶剤・特定化学物質・酸素欠乏作業主任者技能講習・粉じん作業特別教育の資格取得またはそれに準ずる知識を修得しました。塗料は、要求される性能を精査し、日射や降水などへの対候性、防触、振動や摩耗への耐久性、長寿命、作業工程におけるサンディング量・脱脂や希釈用の溶剤使用量の少なさ、作業員への有害性など、多くの面を検討し選定しました。耐溶剤性の作業保護具の使用も徹底し、防毒マスクなど国家検定品に加え、保護手袋・シールドなど溶剤に含まれる成分に合わせて選定しました。換気設計や単位時間あたりの溶剤使用量などの作業空間における溶剤濃度コントロールを行い、環境流出を防ぐための廃液溝で囲まれた作業場所を実施するなど、衛生的に作業を実施しました。安全面

においても、玉掛作業主任者技能講習について同様に修得し、大物部品の移動や組付けなどについて、十分な性能の吊り具や養生を用い、作業者が危険に晒されたり、部品の破損などが無いよう、作業指揮を徹底しながら実施しました。また、車体骨組み部分は一部溶接を行いました。

4.6.3 電気自動車製作・衝突被害軽減ブレーキ搭載検討

現在自動車部が保有しているガソリンエンジン自動車のうち1台を電気自動車に改造し、衝突被害軽減ブレーキを搭載する計画が進行中です。今年度は、ものづくりセンター様のご協力を仰ぎながら衝突被害軽減ブレーキが作動する際に物体を検知する超音波センサの製作や、ラテラルロッドの搭載検討を行いました。また電池システムを鉛蓄電池からリチウムイオン電池に変更し、軽量化と大容量化に成功しました。次年度以降も製作を続けてまいります。

4.6.4 令和6年度以降の活動計画

来年度は、電気自動車製作、レース車両製作、クレーン付き大型用品棚、車載コンピュータシステム、自動車の光軸光量測定器などの製作を計画しております。ハイドロリック駆動機器など様々な動力機構も、ものづくり活動に組み込んでいきます。

活動環境の改善においては、水栓・照明・工場内通用口などの自動化や非接触化、車両のICカードキー化などを計画しています。各種機器はスマートフォンによる操作を可能とすることを目指し、現在のIoT家電などに用いられているシステムや技術の理解につながるように考えております。ICカードは、車載コンピュータによる運行記録と連動します。引き続き、安全で衛生的なものづくり活動を志してまいります。

製作においては、精密な設計と、それに基づく正確な加工が要求されるため、引き続きものづくりセンターへの技術的なご相談や、工機の利用などをお願いする予定です。毎年目標になりますが、来年度も部員一人ひとりの技術力を高めていき、さらに高度で実りのある活動を行えるよう努力していきます。ものづくりセンターの皆様には、日頃のご支援に改めて御礼申し上げますとともに、引き続きご助力の程、よろしくお願い申し上げます。

(文責：副将 白石 響)

4.7 CREATE

4.7.1 団体紹介

CREATE は主にハイブリッドロケットの開発・打上げを行うサークルです。将来的にロケットを宇宙空間に到達させるため、最大年 3 回のロケット打上げと様々な技術開発を行っています。ロケットの打上げ実験は、東京都大島町や秋田県能代市、和歌山県和歌山市などで他大学と共同で開催しています。また、地上でのエンジン燃焼実験も年に複数回行っています。部員は現在約 40 人で、精力的に活動しています。主にものづくりセンターや部室、部員の自宅などを使って活動しており、ものづくりセンターでは、ロケットの部品となる金属や CFRP などの加工を行っています。

4.7.2 活動報告

今年度は 11 月に東京都伊豆大島にて行われた「伊豆大島共同打上実験」にてロケット「C-71J」の打上げに成功しました(図 1)。以下にそのロケットの詳細とその他の活動内容について記します。



図 1

(1)C-71J (愛称：NOVA)

- ・実施日：2023 年 11 月 25 日
- ・実施場所：東京都大島町
- ・実施概要

本機体では主に「新型の燃料供給システムであるバルブシステムを用いた打上げ」「縦型開放機構を用いたパラシュートの放出」という大きな二つのミッションに挑戦しました。バルブシステムはエンジン部分の設計自由度の向上や推力の制御、縦型開放機構は機体の強度の向上、とどちらも達成すれば非常に意義のある技術ということでサークルとして長年開発に取り組んできたミッションでした。



図 2 機体外観

・実施概要

11月25日16時23分、エンジンは正常に点火し、機体の打上げに成功しました。パラシュートの開傘にも成功し、機体の回収も行うことができました。また、回収した機体より、飛行中のログを取得することに成功しました。事後の解析からも無事に掲げたミッションの達成を確認し、大きな成功を収めることができました。

本機体は現3年生が最後に開発し打上げた機体です。開発には多くの苦勞が伴いましたが、打上げが無事成功したことで、有終の美を飾ることができました。

4.8 国際開発サークル

国際開発サークルは、さまざまな国籍と専攻背景を持つ学生があつまり、理工系知識を活かし、技術を通じて社会に貢献することを目指しているサークルです。特にここ 5 年ほどは、シナモン加工業者のなり手不足と農家の収入との関係に着目し、皮むき器の開発、新しいビジネスプランによる新商品開発、そしてこれらの発表と現地調査を行っています。今年度はものづくり支援サークルに加入し初めての粘度となり、ものづくり支援サークルとしての活動にも参加させていただきました。

4.8.1 皮むき器の開発

今年度は、新規外皮用プロトタイプ（図 1）を開発しました。レーザー加工機を使用して外枠を製作したりしました。

また、本年度はマイコンを用いた制御を導入しました。現地の電気の状況などを鑑みながら改良していきたいと考えています。

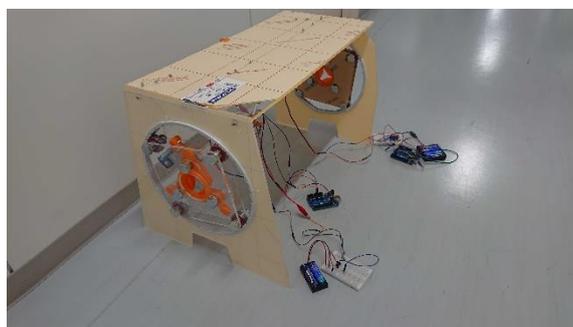


図 1 新規外皮用プロトタイプ

4.8.2 現地調査

昨年度の活動報告後の 3 月中旬にマレーシアとスリランカに現地調査に赴きました（図 2）。



図 2 現地調査の様子

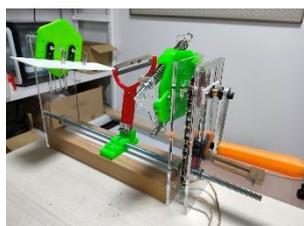


図 2 外皮用プロトタイプ 1



図 3 外皮用プロトタイプ 2

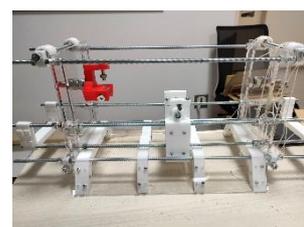


図 4 内皮用プロトタイプ

スリランカでは外皮用プロトタイプ 2 つと内皮用プロトタイプ 1 つを持参し現地のシナモンを用いた実験を行いました。特に図 4 の外皮用プロトタイプは皮を剥くことができました。しかし、木の曲がり具合から、木と刃の距離がおおよそ一定に保たれるように設計を改良する必要があるということがわかりました。電気がある程度農家にも通っているということも知り、電気を使ったアクチュエータの制御を機構に取り入れていくことに決めました。これをもとに図 1 のプロトタイプを開発しました。2023 年度末の 3 月にこちらのプロトタイプを持参し、現地調査をしている予定です。

4.8.3 新商品開発（工大祭への参加）

2022 年度末に行った現地調査の際に、スリランカの大学（LNBTI）の学生と製作したシナモン味のフルーツ飴をもとに、シナモン味のりんご飴を工大祭で制作し販売しました。3D プリンターを活用して陳列用ケースを製作しました。

りんご飴を購入してくださった方々からはおいしいと評価していただきました。



図 5 工大祭でのりんご飴販売の様子

4.8.4 今後の展望

シナモンプロジェクトに関しては、2024 年 3 月に渡航を予定しています。製作したプロトタイプをもとにシナモンの皮むきのテストを行います。この結果をもとに、今後もプロトタイプの改善を続けていきます。

さらに、新しいプロジェクトの立ち上げも考えています。様々なことにたいし、技術を通して社会に貢献することを続けていきます。

5. 広報活動

5.1 報告書

年報 2022 (2023. 4. 11 発行)

5.2 パンフレット

ものづくり教育研究支援センター利用のしおりと講習会参加の案内 (2023. 5 月発行)

6. 付録

6.1 活動記録

6.1.1 運営委員会開催日と審議事項、報告事項

第1回 日時：7月20日（木）16：00～17：00

場所：ZOOMによるオンライン開催

議題

<報告事項>

1. 令和4年度活動報告
2. 違反建築物(倉庫等)の是正について
3. 不要となったレーザー加工機に関する各部局への照会について

<審議事項>

1. 令和5年度活動計画について

<意見交換事項>

1. ものづくり教育研究支援センターと OFC との業務の棲み分けについて

第2回 日時：3月12日（火）15：00～16：00

開催形態：ZOOMによるオンライン

議題

<報告事項>

1. 統合後の新組織について
2. 2023年度活動報告について
3. ビール製造免許の廃止について
4. ずずかけ台分館 工房の移転について
5. 違反建築物（倉庫等）の是正について
6. 2024年度活動予定

<意見交換事項>

1. 優秀な RA 賞の導入について

6.1.2 見学者リスト

2023年度ものづくりセンター見学対応					
年月日	時間	学校・団体名	人数	依頼元	見学場所
2023.5.25	15:45-16:15	SIGMA Clermont(フランス)	3	グローバル人材	展示ルーム他
2023.6.14	10:00-11:00	南洋理工大学(シンガポール)	25	ロ技研鮫島	展示ルーム他
2023.6.21	15:10-15:30	大宮開成高校	19	アドミ部門篠崎先生	展示ルーム他
2023.6.28	9:35-10:05	高主教書院(香港)	34	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.7.4	11:10-11:30	千葉東高等学校	23	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.7.18	15:10-15:30	東邦大学附属東邦高校	21	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.7.24	10:10-10:20	埼玉県立川越高校	28	ロ技研村本	展示ルーム他
2023.8.2	15:10-15:30	富山県立魚津高校	21	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.8.3~4	15:00-16:00	ひらめき☆ときめきサイエンス	22+22	リベラルアーツ山元教授	展示ルーム他
2023.8.21	14:30-14:50	石川台中学校	17	学生支援課	展示ルーム他
2023.8.23	9:30-10:00	洗足池小学校	25	Meister	展示ルーム他
2023.8.23	11:40-12:00	大手前丸亀高校	11	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.8.28	11:40-12:00	ドイツ	10	ロ技研鮫島	展示ルーム他
2023.9.13		YSFH		広報課(加藤)	対応なし
2023.9.5	11:10-11:30	東京都立八王子東高校	22	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.10.17	11:10-11:30	伊勢崎市立四ツ葉学園中等教育学校	21	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.10.25	11:10-11:30	東京都立桜修館中等教育学校	20	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.10.31	14:40-15:00	淑徳与野高校	23	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.11.1	14:00-15:00	東工大基金 寄付お礼	40	社会連携課	展示ルーム他
2023.11.7	15:05-15:25	神戸市立工業高等専門学校	16	広報課(加藤)	展示ルーム他
2023.11.22	14:45-15:00	東海大学	5	八木研究室	展示ルーム他
2023.12.7	15:00-15:30	滋賀県立虎姫高校	18	材料系藤居	展示ルーム他

6.2 利用者データ

6.2.1 機器講習会受講者数

【大岡山】(人数)

	機械	電気	レーザー加工機	SEM	基板切削機	3Dプリンター	スパッタ	計
4月	15	1	13	2	2	11	2	46
5月	27	8	44	7	0	9	0	95
6月	43	0	9	9	2	0	3	66
7月	33	0	6	4	1	0	6	50
8月	16	1	6	5	0	0	2	30
9月	16	0	3	7	2	0	1	29
10月	5	0	4	11	0	5	4	29
11月	9	0	6	8	2	6	2	33
12月	15	0	4	7	0	5	3	34
1月	7	0	3	4	0	7	4	25
2月	3	1	4	1	0	11	4	24
3月	10	1	6	1	0	0	7	25
計	199	12	108	66	9	54	38	486

【すずかけ台分館】(人数)

	機械	レーザー加工機	3Dプリンター	計
4月	1	3	4	8
5月	5	4	6	15
6月	6	3	10	19
7月	2	1	5	8
8月	6	3	2	11
9月	4	4	3	11
10月	12	2	2	16
11月	6	10	6	22
12月	0	5	5	10
1月	3	5	1	9
2月	0	1	0	1
3月	3	4	2	9
計	48	45	46	139

6.2.2 機器別利用者数

【大岡山】(人数)

	SEM	光学リソグラフィ	レーザー加工機	基板切削機	スパッタ	3Dプリンター	計
4月	7	34	12	6	0	19	78
5月	6	16	58	8	0	15	103
6月	11	28	26	11	1	22	99
7月	8	15	23	15	6	11	78
8月	5	15	44	0	2	6	72
9月	6	18	16	8	1	9	58
10月	12	20	36	3	4	14	89
11月	10	17	23	5	1	20	76
12月	8	16	31	1	1	22	79
1月	5	23	13	1	2	20	64
2月	3	19	35	2	1	20	80
3月	2	50	32	0	5	7	96
計	83	271	349	60	24	185	972

【すずかけ台分館】(人数)

	旋盤	フライス盤	糸鋸・ボール盤・コンターマシン	レーザー加工機	3Dプリンター	計
4月	0	6	10	7	8	31
5月	0	2	16	7	30	55
6月	2	4	17	20	37	80
7月	1	1	23	12	28	65
8月	4	4	26	11	25	70
9月	0	2	50	23	25	100
10月	5	4	45	2	25	81
11月	2	3	41	33	25	104
12月	0	0	20	18	29	67
1月	2	9	17	15	15	58
2月	0	0	16	1	12	29
3月	0	0	24	4	12	40
計	16	35	305	153	271	780

6.3 東京工業大学ものづくり教育研究支援センター規則

平成 17 年 4 月 15 日

規則第 33 号

改正 平 19 規 8, 平 20 規 8, 平 21 規 35, 平 22 規 49, 平 22 規 72, 平 25 規 97, 平 27 規 18,
平 27 規 108, 平 30 規 37, 令元規 6, 令 2 規 24

(趣旨)

第 1 条 この規則は、国立大学法人東京工業大学組織運営規則（平成 27 年規則第 81 号）第 30 条第 4 項の規定に基づき、東京工業大学ものづくり教育研究支援センター（以下「センター」という。）の組織及び運営等に関し必要な事項を定めるものとする。

(目的)

第 2 条 センターは、世界最高の理工系総合大学に相応しい教育研究を行うために、ものづくり教育とそ
のための研究及び産学連携・地域連携を全学横断的に支援することを目的とする。

(組織)

第 3 条 センターに、ものづくり教育研究支援センター長（以下「センター長」という。）及び必要な職
員を置く。

2 前項の職員は、無期雇用職員又は有期雇用職員として雇用することができる。

(センター長)

第 4 条 センター長は、東京工業大学の専任教授のうちから学長が任命する。

2 センター長は、センターの業務を総括する。

3 センター長の任期は、2 年とし、重任、再任を妨げない。ただし、欠員となった場合の後任者の任期
は、前任者の残任期間とする。

(運営委員会)

第 5 条 センターに、運営委員会（以下「委員会」という。）を置く。

2 委員会は、センターの運営に関する基本的な方策その他重要な事項を審議する。

(委員会の組織)

第 6 条 委員会は、次に掲げる者をもって組織する。

一 センター長

二 第 3 条に掲げる者のうち、センターに兼ねて勤務を命ぜられた専任の教授、准教授及び講師

三 理学院教授会構成員のうちから選出された者 1 人

四 工学院教授会構成員のうちから選出された者 1 人

五 物質理工学院教授会構成員のうちから選出された者 1 人

六 情報理工学院教授会構成員のうちから選出された者 1 人

七 生命理工学院教授会構成員のうちから選出された者 1 人

八 環境・社会理工学院教授会構成員のうちから選出された者 1 人

九 科学技術創成研究院教授会構成員のうちから選出された者 1 人

十 技術部長

十一 学長が必要と認めた者 若干人

- 2 前項第3号から第9号まで及び第11号に掲げる委員の任期は、2年とし、重任、再任を妨げない。
ただし、補欠による委員の任期は、前任者の残任期間とする。

(委員会の運営)

第7条 委員会に、委員長及び副委員長を置く。

- 2 委員長は、センター長をもって充てる。
3 副委員長は、委員のうちから委員長が指名する。
4 委員長は、委員会を招集し、その議長となる。
5 副委員長は、委員長を補佐し、委員長に事故があるときは、その職務を行う。

(意見の聴取)

第8条 委員会は、必要があると認めるときは、委員以外の者の出席を求め、その意見を聴くことができる。

(専門委員会)

第9条 委員会に、ものづくりに係る教育研究支援及び産学連携・地域連携支援業務に関する企画、立案、実施及び調整等を行うため、専門委員会を置くことができる。

- 2 専門委員会の組織及び運営等については、委員会が別に定める。

(事務)

第10条 センターの事務は、学務部教務課において処理する。

(雑則)

第11条 この規則に定めるもののほか、必要な事項は、別に定める。

附 則

- 1 この規則は、平成17年4月15日から施行し、平成17年4月1日から適用する。
2 この規則施行後最初にセンター長に任命される者の任期は、第4条第3項の規定にかかわらず、平成18年3月31日までとする。
3 この規則施行後最初に第6条第1項第3号から第10号まで、及び第12号に掲げる委員となる者の任期は、第6条第2項の規定にかかわらず、約半数の委員については、平成18年3月31日までとする。

附 則 (平19.1.12規8)

この規則は、平成19年4月1日から施行する。

附 則 (平20.1.25規8)

この規則は、平成20年1月25日から施行する。

附 則 (平21.3.19規35)

この規則は、平成21年4月1日から施行する。

附 則 (平22.4.2規49)

この規則は、平成22年4月2日から施行し、改正後の東京工業大学ものづくり教育研究支援センター規則の規定は、平成22年4月1日から適用する。

附 則 (平22.7.28規72)

この規則は、平成22年7月28日から施行し、改正後の東京工業大学ものづくり教育研究支援センター規則の規定は、平成22年7月1日から適用する。

附 則（平 25.12.5 規 97）

この規則は、平成 25 年 12 月 5 日から施行する。

附 則（平 27.3.6 規 18）

この規則は、平成 27 年 4 月 1 日から施行する。

附 則（平 27.12.4 規 108）

- 1 この規則は、平成 28 年 4 月 1 日から施行する。
- 2 この規則施行後、第 6 条第 1 項第 3 号から第 9 号まで及び第 11 号に定める委員として、最初に任期の定めのある委員となる者の任期は、第 6 条第 2 項の規定にかかわらず、半数の委員については、平成 29 年 3 月 31 日までとし、残りの委員については、平成 30 年 3 月 31 日までとする。

附 則（平 30.3.16 規 37）

この規則は、平成 30 年 4 月 1 日から施行する。

附 則（令元.6.20 規 6）

この規則は、令和元年 7 月 1 日から施行する。

附 則（令 2.2.21 規 24）

この規則は、令和 2 年 4 月 1 日から施行する。

6.4 運営委員会 名簿

2023.4.1 現在

選出区分	所属		職名	氏名
センター長	工学院	電気電子系	教授	◎遠藤 玄
教授会	理学院	物理学系	准教授	宗宮 健太郎
	工学院	システム制御系	准教授	宮崎 祐介
	物質理工学院	応用化学系	准教授	松本 秀行
	情報理工学院	情報工学系	准教授	関嶋 政和
	生命理工学院	生命理工学系	教授	山本 直之
	環境・社会理工学院	イノベーション科学系	准教授	杉原 太郎
	科学技術創成研究院	ゼロカーボンエネルギー研究所	教授	宍戸 厚
OFC	工学院	機械系	教授	岩附 信行
学長指名	工学院	機械系	教授	井上 剛良
	工学院	電気電子系	教授	山田 明
	工学院	電気電子系	教授	間中 孝彰
	工学院	機械系	准教授	○齊藤 卓志

◎ 委員長

○ 副委員長

6.5 職員・OFC 支援・R A 一覧

2023.12.1 現在

職 員	
センター長	遠藤 玄
副センター長 国際フロンティア理工学教育プログラム専門委員会委員長	齊藤 卓志
事務支援員	眞嶋 久美子
技術限定職員	浦川 料子
技術限定職員	佐藤 恭子
技術支援員	富岡 裕喜
OFC 支援	
教育支援部門	脇田 雄一
設計製作部門	山田 春信
分析部門	金井 貴子
すずかけ台設計製作部門	長峯 靖之 他

大岡山R A	
工学院機械系	齋藤 天丸 (博士1年)
工学院機械系	浅香 拓 (修士2年)
物質理工学院材料系	杉浦 敏貴 (修士2年)
工学院電気電子系	野々村 和真 (修士2年)
工学院機械系	公賀 悠太(学士4年)
物質理工学院材料系	難波 健(修士1年)
工学院システム制御系	美添 健(学士3年)
工学院機械系	小川 康輔(学士4年)
工学院機械系	塚原 一裕(学士3年)
工学院システム制御系	樋本 耀(学士4年)
工学院機械系	馬袋 公基(学士4年)
工学院システム制御系	藤山 優太(学士4年)
環境・社会理工学院融合理工学系	又吉 千尋(学士4年)
工学院機械系	Wang Mingie (修士2年)
生命理工学院生命理工学系	石田 愛翔(学士4年)
生命理工学院生命理工学系	安藤 一生(学士3年)
工学院機械系	栗原 大(学士2年)

すずかけ台R A	
生命理工学院生命理工学系	齋藤 優人 (博士2年)
生命理工学院生命理工学系	橋本 陽太 (博士1年)
工学院電気電子系	安達 慎一郎 (修士2年)
生命理工学院生命理工学系	茂呂 剛史 (修士2年)
工学院電気電子系	外山 遥也 (修士2年)
工学院機械系	中村 心哉 (修士2年)
生命理工学院生命理工学系	小早川 健太 (修士1年)
工学院電気電子系	関口 侑希 (学士2年)

編集担当責任者

遠藤 玄 (2023年度 センター長)

国立大学法人 東京工業大学

「ものづくり教育研究支援センター」年報 2023

編集・発行：ものづくり教育研究支援センター

発行：2024年6月1日

★ 〒152-8552

東京都目黒区大岡山 2-12-1,S3-16

国立大学法人 東京工業大学

ものづくり教育研究支援センター

TEL/FAX： 03-5734-3170

E-mail： o-okayama@mono.titech.ac.jp

URL： <http://www.mono.titech.ac.jp>

★ 〒226-8501

神奈川県横浜市緑区長津田町 4259, B-120

国立大学法人 東京工業大学

ものづくり教育研究支援センター すすかけ台分館

TEL：045-924-5802

E-mail： suzukakedai@mono.titech.ac.jp

URL： <http://www.mono.titech.ac.jp>

