



技術室報告 第31号

(Citation)

技術室報告, 31

(Issue Date)

2024-09-10

(Resource Type)

report

(Version)

Version of Record

(JaLDOI)

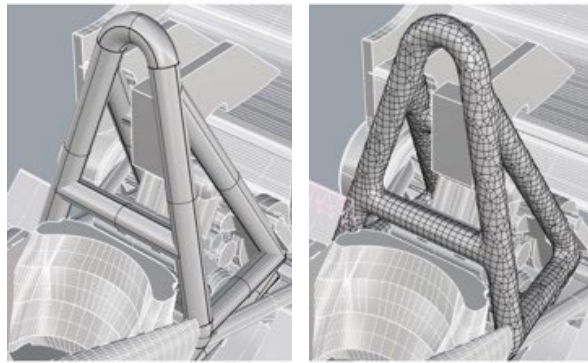
<https://doi.org/10.24546/0100491560>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100491560>



技術室報告 第 31 号



上段：RC 梁移動用簡易治具（本文 [技-2 頁](#)）
下段：3D プリンタで印刷するための修正モデル（本文 [技-7 頁](#)）

令和 6(2024)年

神戸大学 大学院工学研究科 技術室

技術室および技術職員への期待

神戸大学工学部・工学研究科およびシステム情報学研究科の教育・研究活動への技術室の技術職員の皆様からの日頃からのご尽力に感謝申し上げます。

技術室は、教員や事務部と共に、工学部・工学研究科およびシステム情報学研究科の教育研究活動を支える重要な基盤です。施設の維持管理や教育活動の向上、研究活動の発展において、技術室の果たす役割は非常に大きく、欠かせない存在となっています。日々、衛生管理、安全講習、廃液・液体窒素の管理、省エネ活動、授業補助、研究補助など、多岐にわたる業務に従事していただいております、その尽力が、3000名を超える学生が学ぶこの巨大組織の円滑な運営を支えています。さらに、日常業務にとどまらず、技術職員の皆様には、各専門分野での最新技術の習得や情報収集が求められています。特に、急速に進化する技術革新に対応するため、専門外の分野にも知識や技能を広げることが期待されており、その努力が教育と研究の現場に多大な影響を与えています。

技術室の皆様は、地域や社会への貢献活動にも積極的に取り組んでおり、それらは工学部の広報活動にも大きく寄与しています。例えば、2010年から毎年、「青少年のための科学の祭典」に出展され、地域の子どもたちに工学の魅力を伝える場を提供しています。また、国立大学55工学系学部ホームページにおける「おもしろ科学実験室」をはじめとするコーナーへの記事の寄稿にも力を入れられています。最近では、技術職員と教員がコラボレーションした記事も掲載されており、工学分野の研究の面白さや重要性が子どもたちや中高生に分かりやすく伝わるように工夫されています。これらの活動は、未来の科学者や技術者を育成する重要なものであり、工学分野への興味を若い世代に喚起するだけでなく、神戸大学の魅力を伝える広報活動としても効果的であると考えます。

今後も、技術職員の皆様が各自の専門や経験を活かしながら、さらなる研鑽を積み、そして、やりがいを感じつつ、教育・研究活動の充実と工学部の発展に寄与する活動を続けてくださることを、心から期待しております。

広報委員長 橘 伸也
(都市安全研究センター 教授)

神戸大学工学研究科 技術室『技術室報告 第 31 号』発刊に寄せて

大学院工学研究科 技術室

技術長 前田 浩之

此度、神戸大学工学研究科技術室にて編纂致しました『技術室報告 第 31 号』の発刊に寄せて、御挨拶申し上げます。

『技術室報告』は、大学院工学研究科の教室系技術職員が日常業務を通して得られた技術的な知見、技術室の支援による技術研究を通して得られた知見や内容等を纏めたものです。

工学研究科技術室には 25 名の技術職員が所属しており、6 つの「技術分野グループ」で担当者を配置して専攻・学科等の教育研究組織の業務支援を行っております。また、2 つの「共通技術支援グループ」で情報技術関連・安全衛生関連（安全講習会等）の業務支援を行っており、高度化する研究に対応できるようそれぞれの技術分野でのスキルアップに加え、グループの垣根を超えた取組みも行っております。今回の技術室報告の中にもそれら創意工夫やノウハウを纏めておりますので、御高覧戴きたく存じます。

技術室報告を通して技術職員が有する技術が広く周知され、大学や研究科の教育・研究を支える技術として活用されることを望んでおります。

平成 6 年度（1994 年）以降毎年『技術報告』を発刊してきましたが、今回で 31 冊目となりました。2023 年度より名称は『技術室報告』に変更となりました、技術室報告は完全デジタル化で技術室ホームページにて公開する運びとなり、神戸大学学術成果リポジトリ **Kernel** に登録となりました。

最後に、毎号のことではありますが、長年にわたり発刊できたことは関係者各位の御理解と御支援の賜物と深く感謝申し上げます。今後とも御指導、御鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

（令和 6 年 8 月）

目次

巻頭言

技術室および技術職員への期待

(都市安全研究センター 教授)

工学研究科 広報委員長 橋 伸也

神戸大学工学研究科 技術室『技術室報告 第31号』発刊に寄せて

工学研究科 技術室 技術長 前田 浩之

§ 技術報告

- ・重量物作業の際の負担軽減思考と治具製作

(建設系技術分野 G) 金尾 優 . . . [技-1](#)

- ・3D プリンタで印刷するための3D モデルの修正事例

(工作系技術分野 G) 中辻 秀憲 . . . [技-4](#)

§ 技術研究実施報告

- ・CNC フライスを用いた、ものづくり業務・研究支援への取組み (継続)

(研究代表者) (建設系技術分野 G) 前田 浩之 . . . [技研-1](#)

(化学系技術分野 G) 曾谷 知弘

(工作系技術分野 G) 中辻 秀憲

(建設系技術分野 G) ロハニ タラ ニディ

(情報系技術分野 G) 小西 肇

(電気系技術分野 G) 赤松 孝則

- ・小型リフロー炉の開発

(電気系技術分野 G) 赤松 孝則 . . . [技研-10](#)

- ・ひまし油由来リシノール酸の圧力晶析を用いた高純度化

(化学系技術分野 G) 曾谷 知弘 . . . [技研-16](#)

§ 科研費採択者研究報告

- ・令和5年度ひらめき☆ときめきサイエンス ～ようこそ大学の研究室へ～ KAKENHI

(化学系技術分野 G) 熊谷 宜久 . . . [科研-1](#)

重量物作業の際の負担軽減思考と治具製作

建設系技術分野グループ 金尾 優

1. はじめに

筆者の作業環境はコンクリートを扱うため、クレーンやハンドパレットトラック（リフター）などを用いて、数百 kg や 1t 超えの重量物を運搬・設置することもある。単なる運搬のみならず、実験設備による段差を超えての移動や、位置合わせのため、重労働かつ時間がかかることが多い。その作業の負担軽減は、限られたリソース（時間・スペース、材料等）の確保や熟練度の低い作業者にとっても効率的な実験が行えるため、有効であるといえる。

ここでは、ある実験作業について、負担を軽減するための思考と、限られたリソースで製作した治具を紹介する。

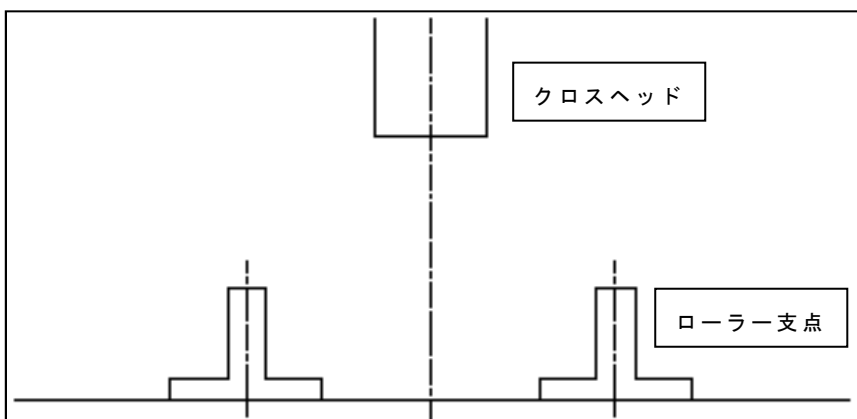
2. 実験作業概略

鉄筋コンクリート（RC）梁の曲げ荷重試験を行いたい。試験装置はアムスラー試験機【図1】【図2】で、これを用いて梁中央上部に下向き荷重を与える。梁試験のため2点のローラー支点【図3】と、1点の荷重点があり、荷重点はクロスヘッドといわれる部分が担当し、上下する必要性から4本の柱で支えられている。下部のベッドとよばれる部分がゆっくりと上下することによりクロスヘッドに接触し、梁に曲げ荷重がかかる。

一般的な荷重準備としては、ベッドを引き出し、支点間距離を決め、クレーンなどで試験体（ここではRC梁）を設置する。その後ベッドを押し入れ、所定位置に固定し、計測機器を取り付けた後、荷重する。



【図1】アムスラー試験機



【図2】アムスラー試験機概略図



【図3】ローラー支点

3. 準備作業時の問題点

前述のように载荷準備にはベッドを引き出す必要がある。これはクロスヘッド及び4本の柱が、クレーンでの試験体の設置に邪魔だからである。試験体は数百kgの重量があるため、クレーンによる作業が必須で、そのためにはベッドを引き出す作業が必須となる。ベッド自体も重量があるため2、3人がかりでの移動が必要で、位置固定のためのホゾも微調整が必要なため、かなりの重労働となる。

4. 負担軽減のための思考

前述の作業において、ベッドの出し入れを省略できないかと考えた。これだけで少人数での作業で済む。従来のクレーンによる設置はクロスヘッドがあるため無理がある。そのため横からの移動を検討した。その際の障害は支点の立ち上がりと、支点間の距離に試験体を渡すことである。支点の立ち上がりをかわして水平に移動する台のような「治具」を造り、そこにRC梁を載せてクロスヘッド下部に押し込めばベッドを移動させずに試験体が設置できる。

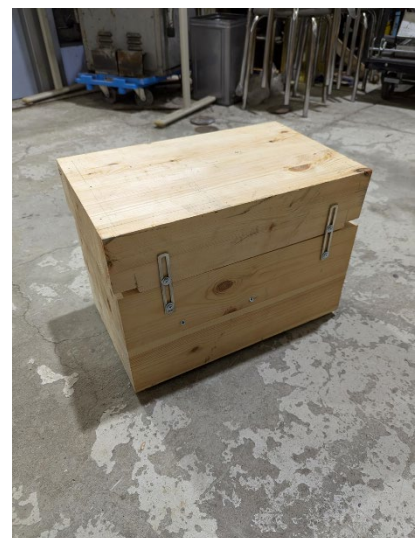
その際の問題点は、最終的には支点に試験体を設置しなければならないことである。つまり「治具」を下げる必要がある。逆をいえばなんらかの方法で高さを可変できる機構をつくればよい。

必要な要件を下記にまとめる。

- ①試験体を置いて移動できる
 - ②支点を超えられる
 - ③支点到に置ける（高さを変えられる）
 - ④取り扱いが容易（作りやすい・扱いやすい・安い・設置や製作が早い等）
 - ⑤試験体の自重に耐える（それなりの）強度
- ①、②、③は前述の思考から、④、⑤は自明な設計要件である。

5. 上記の要求を満たした治具

まずは抽象的に、必要となる要素をあぶりだした。次にそれを実装した治具【図4】を製作する。前述④、⑤の要件から主たる素材は木材とした。木材を3段に重ね、その下部にベアリングを2個設置し、必要に応じて上部にローラーを置いて、全体の高さを支点の立ち上がりより少し低くした。下部のベアリングは釘とビニタイを用いて外れないように固定した。（使ううちに緩んできたのでその都度確認し固定しなおした）これで「①試験体を置いて移動できる」「②支点を超えられる」を満たす。木材の最上部とその下段は、長孔を持つ金具で少し動かせるように固定した。こうすることで木材の最上部とその下段に



【図4】治具

隙間ができ、高さを上げたい場合はそこに板や鋼製クサビを詰める。そこから高さを下げたい場合はバール等で木材の間をこじ開け、詰めていたクサビ等を取り外す。これにより「③支点に置ける（高さを変えられる）」を実装できる【図5】。

バールなどでこじ開けやすくするため木材には切り欠きを入れている。

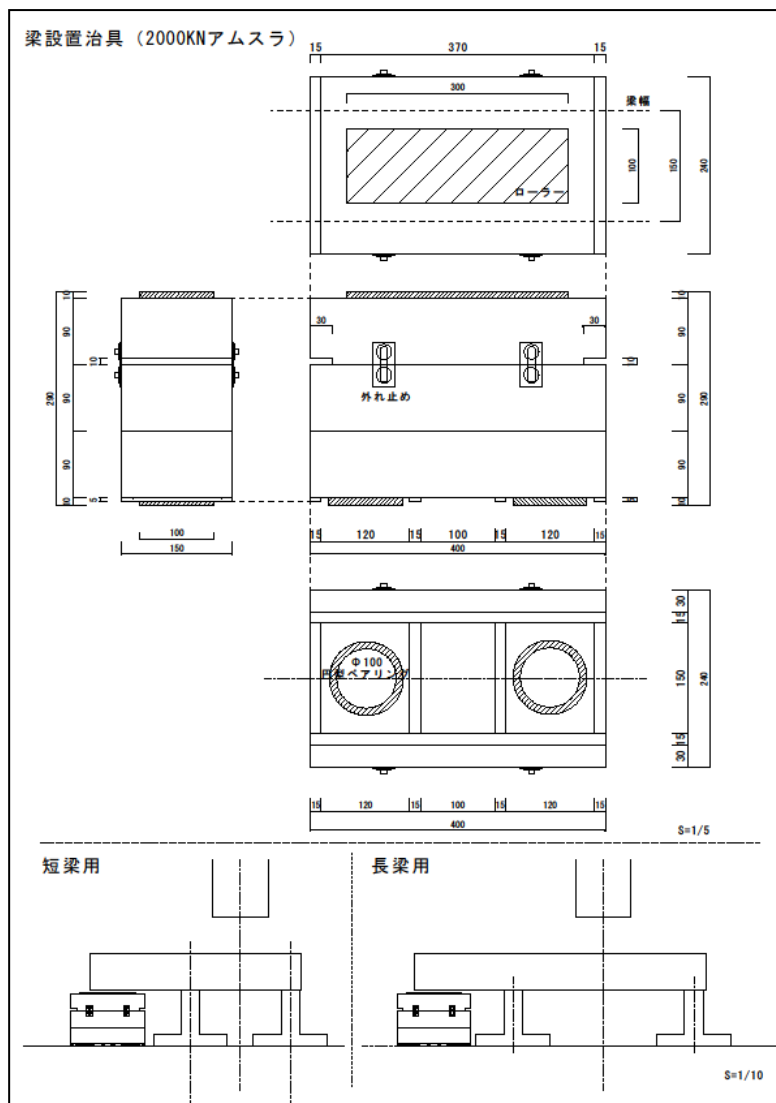
【図6】に治具の設計図と治具使用の概念図を示す。



【図5】 治具 高さ調節時

6. まとめ

実験の際の負担軽減を考え、要件をまとめて適する治具を製作した。これに加えて、クロスヘッドをかわした形でのクレーン使用（梁の片側から吊る）や、小型ジャッキによる微調整で、ベッドを動かすことなく試験体の設置を行えた。



【図6】 治具設計図および使用概念図

3D プリンタで印刷するための 3D モデルの修正事例

工作系技術分野グループ 中辻 秀憲

1. はじめに

3D プリンタで印刷を行う際には 3DCAD モデルと CAM で取り込んだ 3D モデルを解析して 3D プリンタが動作するデータを作成する必要がある。工作技術センターに熱溶解積層方式 3D プリンタが設置されて 10 年が経った。この 10 年間に当施設の 3D プリンタが更新や新設された。その度に 3D プリンタ本体、CAD や CAM のソフトウェアが技術向上した。10 年前の報告では 3DCAD モデルから 3D プリントをする事例紹介がされた。そこでは 3D プリント用の分解能による制限、その 3D モデルの修正方法や 3D プリント出力用の 3D モデル形式(ソリッドモデル)について紹介している。この報告の 10 年後では CAM 上に取り込む 3D モデル形式の制限が改善され、サーフェスやソリッドのモデル形式でも 3D プリント可能になってきた。今回はソリッドモデル変換機能の紹介とその機能を組み合わせた適応事例について報告する。

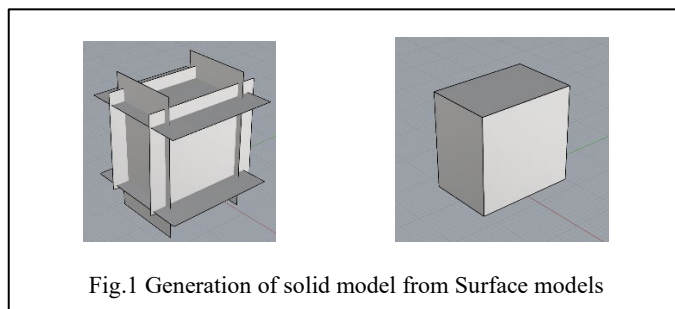
2. 3DCAD, 3D プリント用 CAM とその印刷時の不具合

2.1 3DCAD モデルの表現

3DCAD で取り扱う形状にはソリッドモデルとサーフェスモデルがある。ソリッドモデルは面や曲面で包含するモデルで中が詰まった 1 つのブロックとして扱える立体形状でされている。そのため、ドリルで穴加工するようにモデルのブロックに穴形状の表現や溶接のようにモデル通しを突き合わせて突き合わせ溶接の形状を表現することができる。サーフェスモデルは曲線で包含された面で構成されたサーフェスを利用して立体形状を表現されている。立体を構成する一つの面のみを修正できて他の面に影響しない。この特性により 3D モデル表面の無機質な面から質感の表現や 3D スキャンなど点群データからの曲面の表現ができる。今回はソリッドモデルとサーフェスモデルを利用する。

2.2 3DCAD の概要

当施設の 3DCAD は Fusion360, Rhinoceros と Solidworks を利用した研究支援をしている。これらの CAD はそれぞれに特徴がある。Rhinoceros はサーフェスからソリッドモデルを作成できるため、流線型のモデルを容易に作成できる。また、3D スキャンの点群データからポリゴンメッシュやサーフェスを生成してソリッドモデルを作成できる機能がある。Solidworks は基本的に 2D 形状を押し出しやくり抜きをして 3D モデルを作成するため、2 次元図面からのソリッドモデルを容易に作成できる。Fusion360 はソリッドモデルとサーフェスモデルの両方の考え方でモデル作成する機能がある。(Fig.1)



2.2 3D プリント用 CAM の概要

当施設の CAM には Flashprint, Fusion360, Simplify3D がある。それらの CAM は共通して 3D モデルから 3D プリンタを動作させるプログラムを作成することができる。その機能は印刷時にモデルの支えるサポート、印刷時にモデルの剥がれを防止するラフト、印刷モデル内部に充填される形状で強度や印刷速度を向上させるインフィルパターンや積層ピッチなどの設定ができる。(Fig.2, 3)これらの機能を利用して最適な加工条件を設定して印刷する。

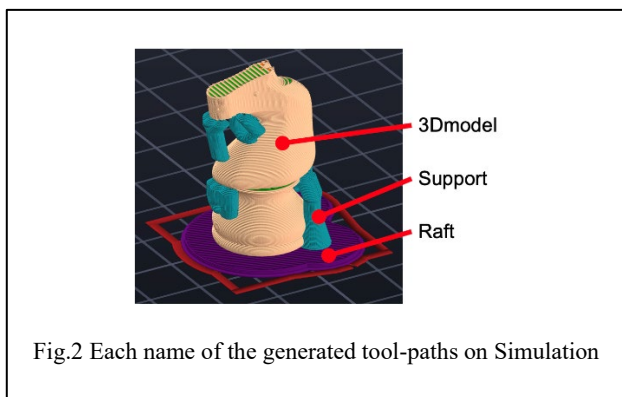


Fig.2 Each name of the generated tool-paths on Simulation

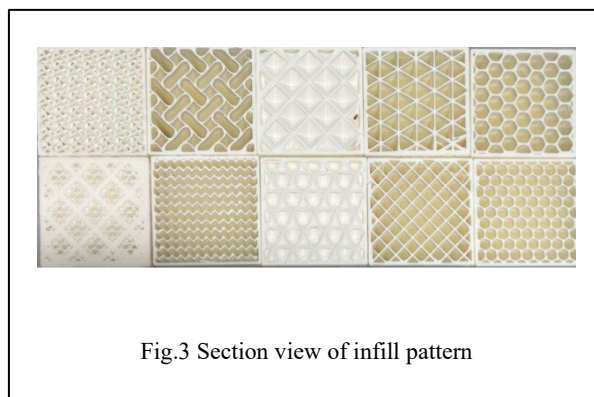


Fig.3 Section view of infill pattern

2.3 3D プリンタ印刷の不具合

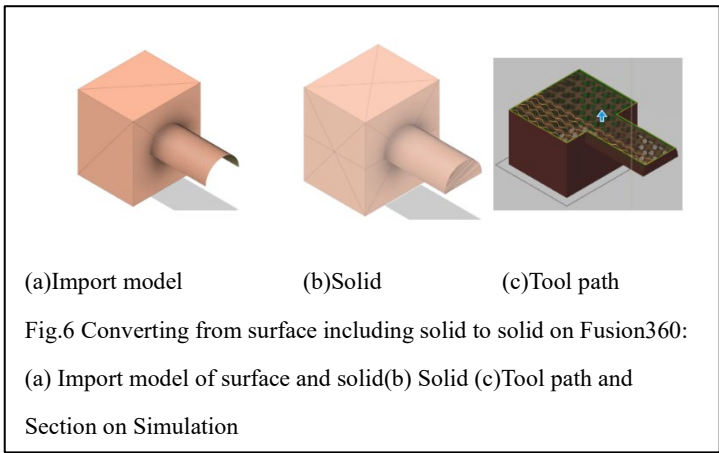
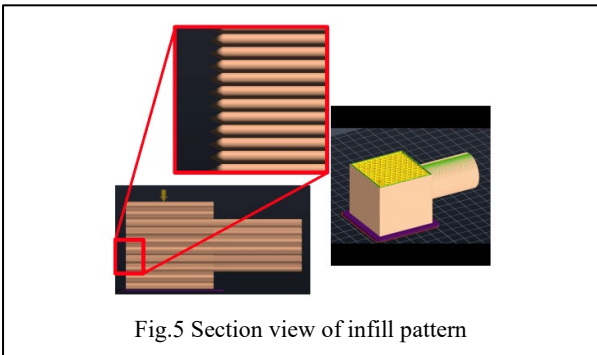
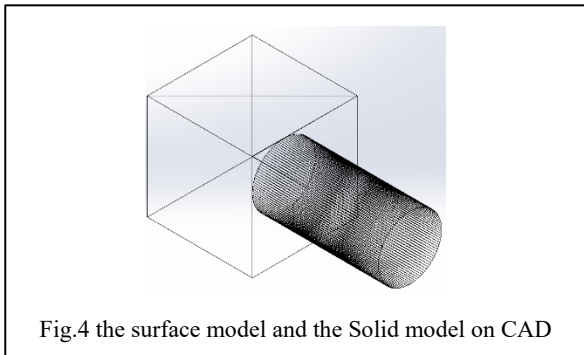
3D プリンタの印刷が失敗する原因はハードウェアとソフトウェアの 2 つに分けられる。ハードウェアの不良には摺動面の油不足による駆動軸の動作不良や 3D プリンタのテーブル平面とエクストルーダの駆動軸(X,Y 軸)との平行度の精度低下、材料送り出し吐出機構やヒータ温度などエクストルーダ内の駆動に関連する不具合がある。ソフトウェアの不良には 3D モデルの形状解析の不良で印刷が失敗する工具経路の出力にある。利用者は印刷時の工具経路シミュレーションでノズルの動作経路を確認できるが、シミュレーションでは印刷モデルの充填率の低い箇所が表示されない。そのため、解析が失敗しやすい薄い肉厚の 3D モデルや複雑な 3D モデルの印刷は実加工をした上で正しく印刷されているかを判断しなければならない。CAM の 3D モデル解析はブラックボックスのため、解析ミスしない 3D モデルが求められる。

3. 3D モデルの修正機能とその評価

3D プリンタで印刷する際はソリッドモデルで作成する必要があった。CAD や CAM の技術向上でサーフェスモデルを含んだモデルをソリッドモデルに変換する機能に関する開発が進んでいる。このソリッドモデルに変換する機能を評価するために簡単なサーフェスとソリッドモデルで構成された 3D モデルで行う。今回は当施設に設置されている CAM (Fusion360, Flashprint と Simplify3D) で行う。3D モデルの製作には Rhinoceros を利用し、それぞれのモデル形式は箱と円柱の形状で箱をソリッドモデル、円柱をサーフェスモデルとした。この 2 つのモデルは箱に円柱形状の一部が重なる位置に配置した。(Fig.4)CAM 上で工具経路を生成してシミュレーションで確認した。(Fig.5)

Flashprint ではモデルを取り込み時にモデルでサーフェスモデルを認識し、取り込んだモデルを修復するかを選択して修正できる。修正した場合は取り込んだモデルを解析されてソリッドモデルに変換される。Fusion360 では取り込んだモデルを CAD 機能でサーフェスモデルを手動操作でソリッドモデルに変

換できる。(Fig.6)Flashprint と Fusion360 のシミュレーションではサーフェスモデルがソリッドモデルに変換されて工具経路は樹脂が充填されることが確認された。Simplify3D ではサーフェスとソリッドモデルの複合モデルはソリッドモデルの箇所のみが認識された。そのため、サーフェスとソリッドモデルの複合モデルでは 3D プリンタで印刷できない。(Fig.7)Simplify3D を使うためには Flashprint や Fusion360 でサーフェスとソリッドモデルの複合モデルをソリッドモデルに変換して利用する。そのため、通常の業務は Flashprint を利用して対応している。



4 CAM 工具経路の不具合とその修正事例

4.1 CAM 工具経路の不具合

学生からの依頼で学生フォーミュラの実寸の車両モデルを 3D プリンタで印刷可能な 3D モデルに修正して年度毎の製作車両の 1/100 サイズを印刷している。車両のモデルは Solidworks で部品設計して組み立てられた完成車モデルを提供してもらっている。そのモデルを Solidworks と Rhinoceros で修正して 3D プリンタで印刷している。その修正モデルはサーフェスとソリッドの複雑な複合モデルとなる。(Fig.8)フォーミュラ車両の部品形状はエンジンやインパクトを除くとパイプ材や板材などの薄肉部品で構成されている。そのため、単純に 3D モデルを縮小すると 3D プリンタの分解能より微細なため 3D プリンタで印刷できない。そのため、2つの CAD を利用して初めに Solidworks で 3D モデルのウイングやエンジンなどのソリッド部品の肉厚を厚く修正する。その後 Rhinoceros でカウルなどの流線形状モデルをサーフェスで再作成してソリッドモデルに変換する。(Fig.9) 車両のフレームなどソリッドモデルで表現不可能な部品はサーフェスでモデルを修正する。それらの修正を終えたモデルを CAM で解析して工具経路を確認する。その工具経路で部品の欠損やサーフェスとソリッドの交差箇所での不自然な工具経路がないかを確認する。不具合が出た場合は再度 CAD モデルを修正して CAM のシミュレーションでモ

デルの輪郭線や輪郭線内に充填される工具経路の出力結果を得るまで行う。しかし、前項のように本来はサーフェス同士のモデルは CAM 上で正常に解析されるはずが CAD モデルを修正しても不自然な工具経路が発生する事例がでた。その不具合は各サーフェスの接合箇所の工具経路でモデルに食い込む経路になった。(Fig.10)

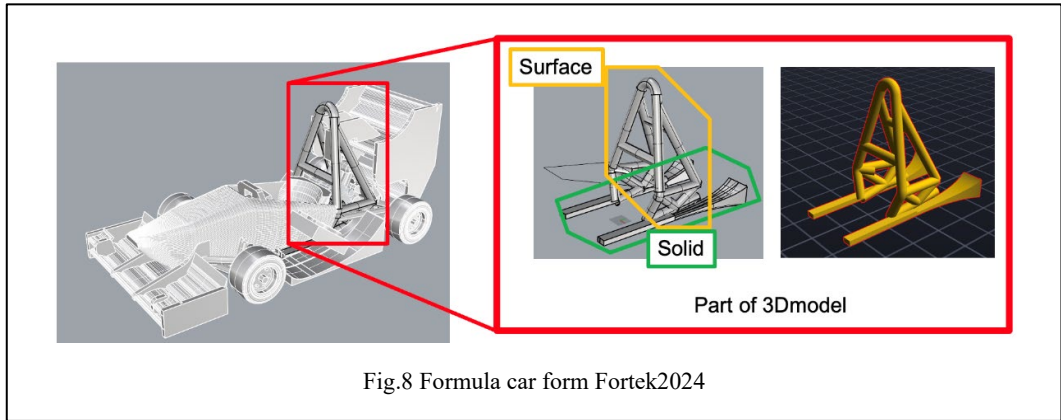


Fig.8 Formula car form Fortek2024

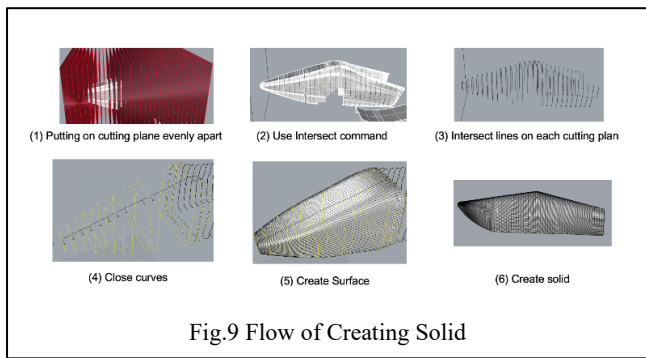
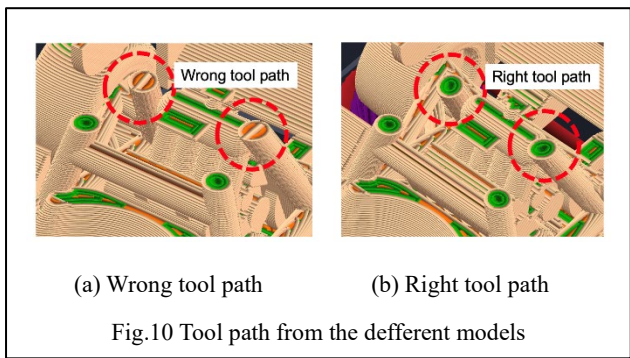


Fig.9 Flow of Creating Solid



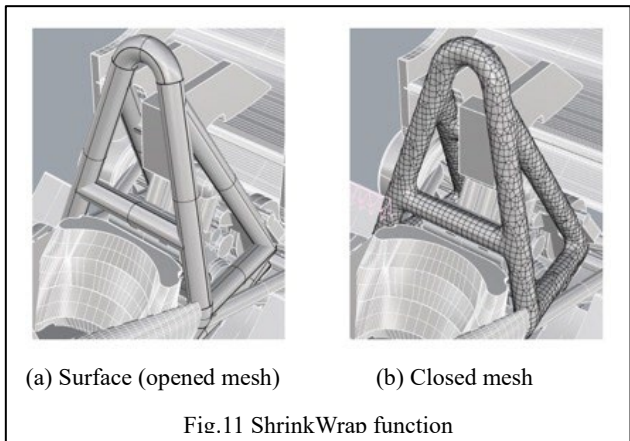
(a) Wrong tool path (b) Right tool path

Fig.10 Tool path from the defferent models

4.2 修正機能の適応事例

Rhinoceros は version8 から 3D スキャナのデータからモデル構築機能が充実している。この機能は他の CAD データを扱う上で有効である。今回のようにサーフェスとソリッドモデルが交差する部分のサーフェスに ShrinkWrap を適応するとメッシュに変換することが可能になる。²⁾そのメッシュは印刷に最適なモデルに変換できる。今回の事例では本来はサーフェスとソリッドモデルの組み合わせは正常に印刷可能なモデルのはずが、解析の都合で印刷ができなかったサーフェスがでた。その部分に Rhinoceros のサーフェスをポリゴンメッシュへの変換機能を適応すると最適な印刷が可能なモデルになった。

(Fig.11)



(a) Surface (opened mesh) (b) Closed mesh

Fig.11 ShrinkWrap function

5. まとめ

(1) 単純なサーフェスとソリッドモデルを利用してサーフェスモデルがソリッドモデルに変換する機能を評価した。Fusion360 と Flashprint はサーフェスからソリッドモデルに変換できることを示した。

(2) Simplify3D ではサーフェスからソリッドモデルに変換する機能は低い但他的 CAD でソリッドモデルに変換して利用できることを示した。

(3) 学生フォーミュラ車両の 3D モデルの修正事例ではサーフェスが複雑に接するモデルではソリッドに変換する解析結果で CAM 上の工具経路に不具合が発生する。その不具合を Rhinoceros のサーフェスからポリゴンメッシュへの変換機能を利用した解決事例を示した。

6. 今後の課題

サーフェスとソリッドの複合モデルにおける CAM の工具経路の不具合が 3DCAD モデルのサーフェスの形状に起因することが多い。しかし、未だ手動で試行錯誤的にサーフェスをソリッドモデルに修正している。今後とも CAD/CAM の技術向上に合わせて新たな技術を習得して、技術支援に取り組みたい。

参考文献

1. 山本 大介. 3D プリンタに必要な各技術の調査と習得. 技術室報告, 2017, 55-59.
2. Applicraft. Rhinoceros ver.8 online help. Rhinoceros. <https://docs.mcneel.com/rhino/8mac/help/ja-jp/index.htm#commands/shrinkwrap.htm?Highlight=shrinkwrap>, (2024-06-13)

CNCフライスを用いた、ものづくり業務・研究支援への取組み（継続）

建設系技術分野グループ 前田 浩之（研究代表者）

化学系技術分野グループ 曾谷 知弘

工作系技術分野グループ 中辻 秀憲

建設系技術分野グループ ロハニ タラ ニディ

情報系技術分野グループ 小西 肇

電気系技術分野グループ 赤松 孝則

1. はじめに

2020年度に技術室では、材料加工や治具製作や基板加工アタッチメントの取り付けにより基板加工機としても使用可能である(株)オリジナルマインド社製の CNC フライス (KitMill CL420) を購入した。

加工できる材料は、樹脂・FRP・木材・ケミカルウッド・アクリル・アルミ合金・真鍮に限られるが大学や高専などの研究室で部品作製に活用されている。

CNC (Computer Numerical Control) とは、コンピュータを使い工作機械の動作をデジタル制御する方法で、XYZ 軸に沿って材料を削り出すフライス盤をコンピュータ制御できるものが CNC フライスである。

作業環境改善のための吸塵制御装置の取り付けを行うため、フライス盤用のテーブル台を用意し、掃除機・ダストコレクション (集塵機作成キット用)・CL 専用マウント (集塵機用) を設置している。

2. 目的

長期技術研究の目的は、CAD/CAM についての知識や CNC フライスによる加工経験の有無に関係なく、本取組みを通じてそれらの知識やスキルを身に着け、材料加工・治具製作や基板加工等のものづくり支援ができる技術職員を増やすことである。本機に基板加工機用のアタッチメントを取付け、専用の CAM ソフトウェア「ORIMIN PCB」を用いて、ガーバーデータを NC プログラムに変換して、基板を製作することが可能である。

新たな業務の可能性や、技術室としての活用方法を探るためには、この CNC フライスがどの程度の性能を持っているのか検証することも必要である。これらを踏まえて、CNC フライスを用いた、ものづくりを検討する長期技術研究を立ち上げた。これを機に、さらに新たな共通支援グループ (ものづくり) の足掛かりとしたい。

2023年度の目的は、アルミ等が加工できる必要な工具を選定し、実際に様々な材料で材料加工や治具製作、基板加工を行い、知識やスキルを身につける。2022年度からの課題であった2021年度に購入した3DCAM ソフトウェア「Cut3D」での加工手順をまとめたマニュアルを作成する。また、製作した治具製作や基板加工等について活用方法の検討を進めたいと考えている。

3. CNCフライスを使った部品加工の手順

CNC フライスを使った部品加工の手順は、以下の通りである。

1. CAD データの作成
2. CAM ソフトウェアを使用して、CAD データを元に NC プログラムを作成
3. 加工テーブルへの材料の固定
4. CNC フライスによる切削加工

4. 2023 年度作業手順

1) 必要工具や部品の選定・購入

材料を固定するマイクロ角バイス 25 (MC-5) と加工物上面の刃先位置を検出し LED にて伝達 (基準点を瞬時に検出) する刃先位置測定器ベースマスターミニ (BMM-10H) を購入した。基板加工カッターや材料等消耗品も選定 (購入) した。

- ・マイクロ角バイス 25 (MC-5)
- ・刃先位置測定器ベースマスターミニ (BMM-10H)
- ・PPS プレート (NPPS6FNN-100-100-5)
- ・両面生基板 (ベークライト) ・148943
- ・捨て板 ・148946
- ・基板加工カッター (土佐昌典 0.8VC)



マイクロ角バイス 25



刃先位置測定器ベースマスターミニ

図 1 主な購入物品

2) 制御ソフトで試作

CAM ソフトウェア、Cut2D と Cut3D の NC プログラムの手順は、以下の通りである。

1. Cut2D

- ・2次元 CAD データの用意 (DXF ファイル)
- ・Cut2D の起動
- ・材料サイズの設定
- ・DXF データの読み込み
- ・モデルの移動、モデルの結合
- ・加工条件の詳細設定 (切削深さ、工具の選択、経路など)
- ・NC プログラムを算出、確認、保存

参照 URL : <https://www.originalmind.co.jp/special/technical/cut2d/>

2. Cut3D

- ・ 3次元 CAD データの用意 (STL ファイル)
- ・ Cut3D の起動
- ・ STL データの読み込み (Load 3D File)
- ・ 「Orientate and Size Model」 (単位とモデルのサイズ、加工面の設定)
- ・ 「Material Size and Margins」 (材料とマージンの設定)
- ・ 「Roughing Toolpath」 (荒加工の設定)
- ・ 「Finishing Toolpath」 (仕上げ加工の設定)
- ・ 「Cut Out Toolpath」 (切り抜き加工の設定)
- ・ 「Preview Machining」 (NC プログラムのシミュレーション)
- ・ 「Save Toolpaths」 (NC プログラムの保存)

参照 URL : <https://www.originalmind.co.jp/special/technical/cut3d/>

3. 3DCAM ソフトウェア (Cut3D) で試作

作業をするにあたり、2023 年度から作業に使用するノート PC の性能があがり快適な作業環境となった。

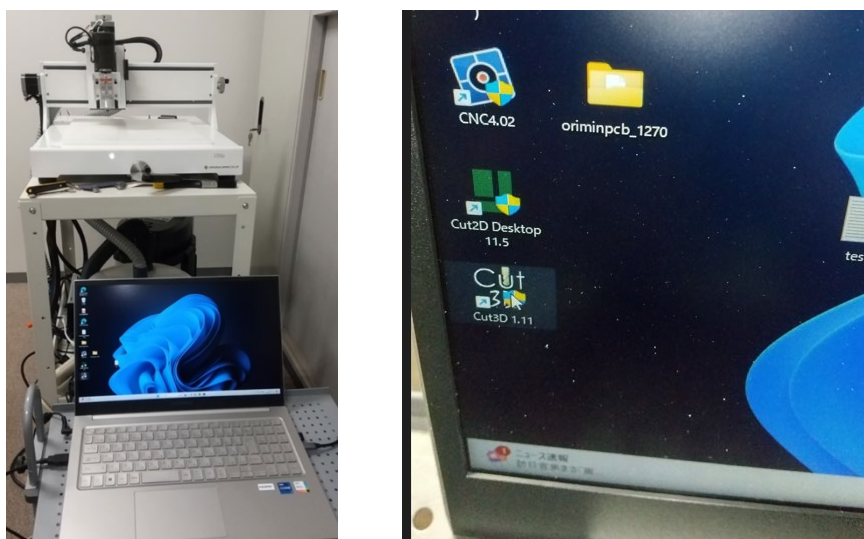


図 2 作業環境の改善 (ノート PC の性能 UP)

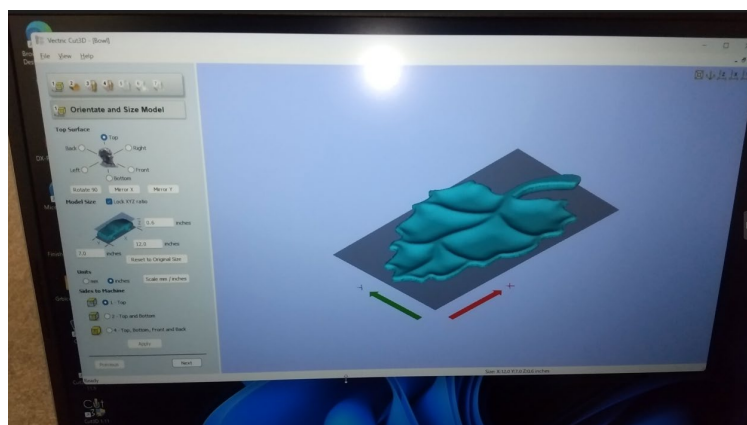


図 3 3DCAM ソフトウェア (Cut3D サンプル画面)

板形状や高さの低いモデル（3Dモデル）をデザインし、表面と裏面の加工を行う。

CAMソフトウェア操作の流れ（Cut3D）

- ・加工条件について、加工原点について、モデルの大きさについて、材料形状について、加工品のサポートについて
- ・荒削り加工（加工経路）
- ・仕上げ削り（加工経路）、輪郭の加工経路
- ・NCプログラムの生成

加工シミュレーションと加工結果

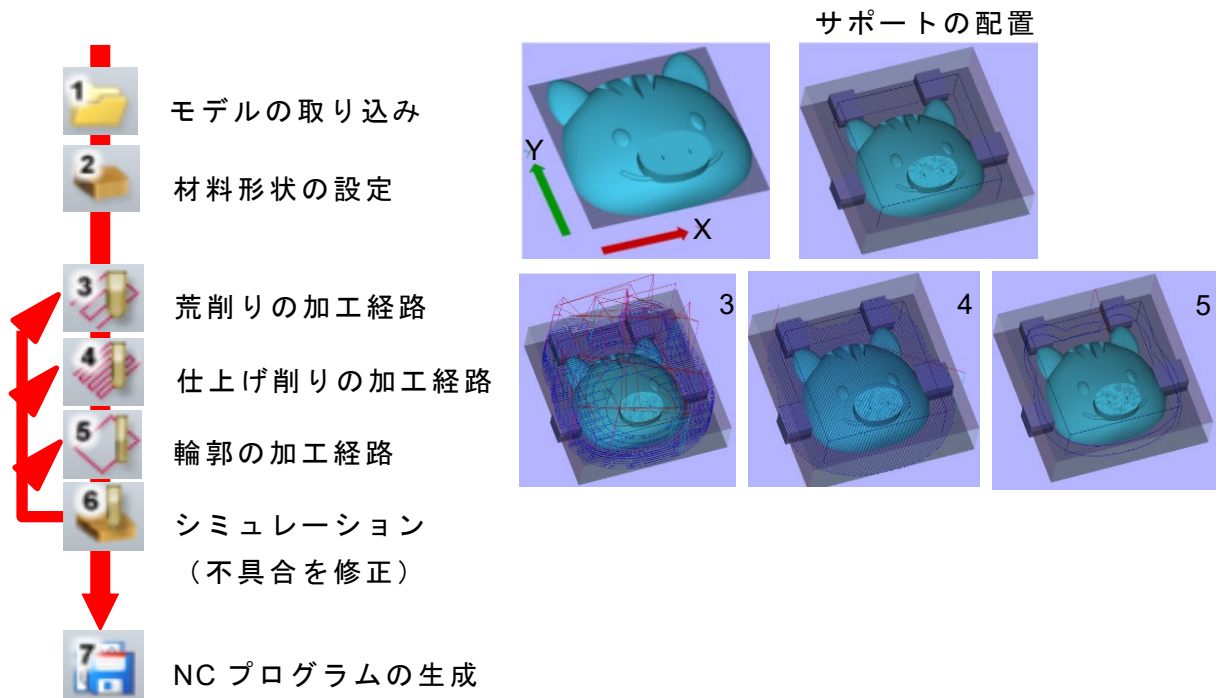


図4 CAMソフトウェア操作の流れ（Cut3D）

5. 実加工の検証（板形状や高さの低いモデル）

加工条件について図5の通り設定する。

モデルサイズ : W 14.992mm、B 14.552mm、H 4mm

材料サイズ : W 100mm、B 100mm、H 6mm

荒削り

回転数 : 10000 r.p.m.、100mm/min

軸方向切り込み : 0.2mm

径方向切り込み : 1.2mm

仕上げ削り

回転数 : 10000 r.p.m.、100mm/min

軸方向切り込み : 0.2mm

径方向切り込み : 0.1mm

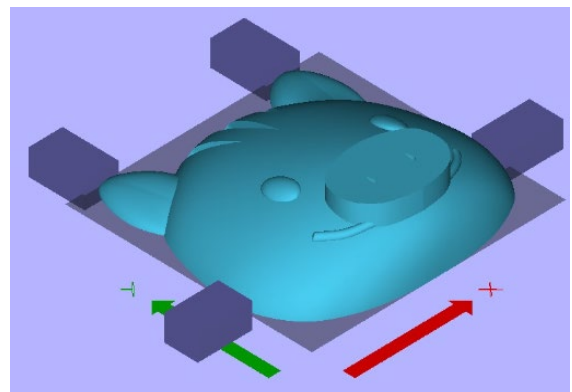


図5 加工条件の設定

加工原点の設定

- 加工原点の考え方

Cut3D は、材料の中心に加工原点が設定される。

モデルサイズ (W 14.992mm、B 14.552mm、H 4mm) では、X 座標は「W/2+ 5mm の offset」、Y 座標は「B/2+ 5mm の offset」が設定される。X 座標 13mm、Y 座標 13mm と切り上げの整数に設定。Z 座標の位置は、工具底面と材料表面が接触した位置とする。

モデルの大きさと加工面の設定

- 「Orientate and Size Model」で、単位とモデルのサイズ、加工面の設定を行う。

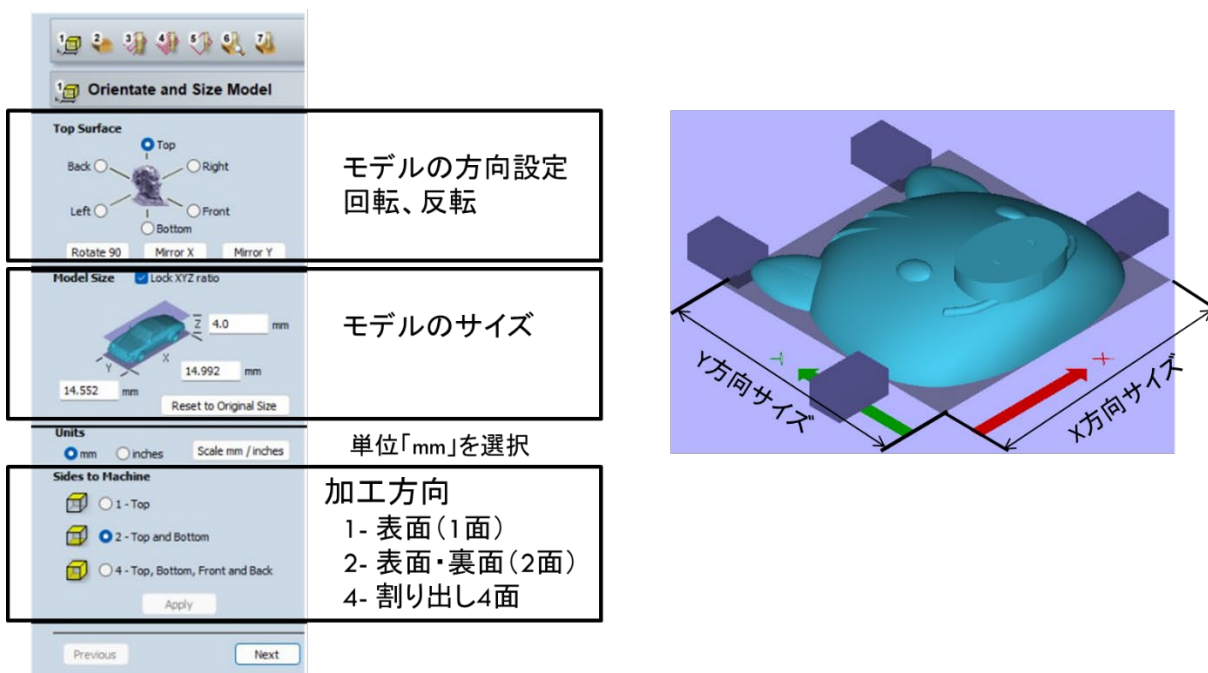
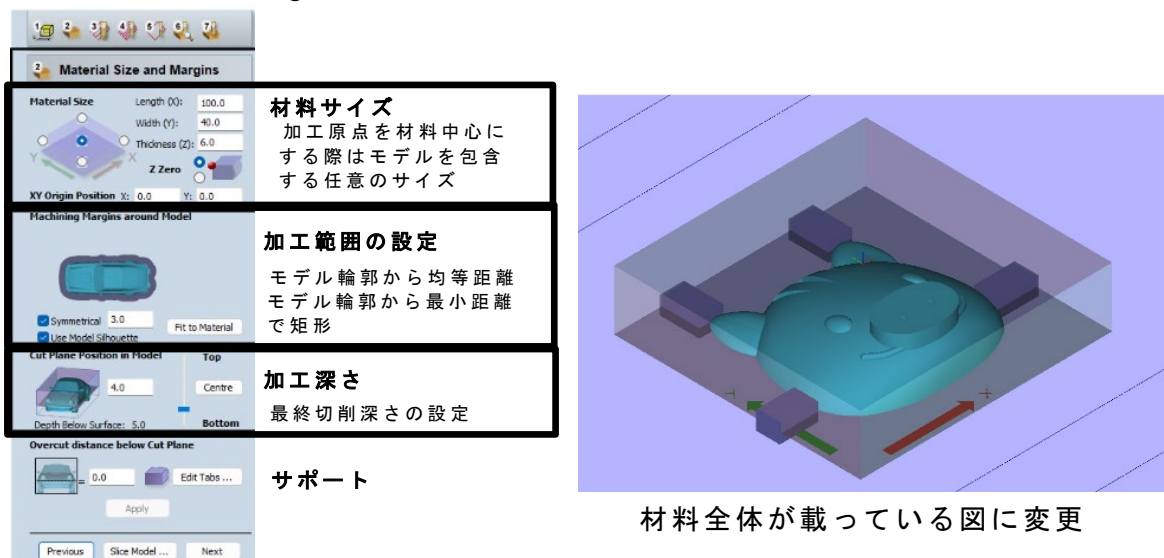


図6 モデルの大きさと加工面の設定

材料形状の設定

- 「Material Size and Margins」で、材料とマージンの設定を行う。



材料全体が載っている図に変更

図7 材料形状の設定

サポートの設定

- ・サポートについて切削加工時の負荷を想像してモデルに対して均等にサポートを設置

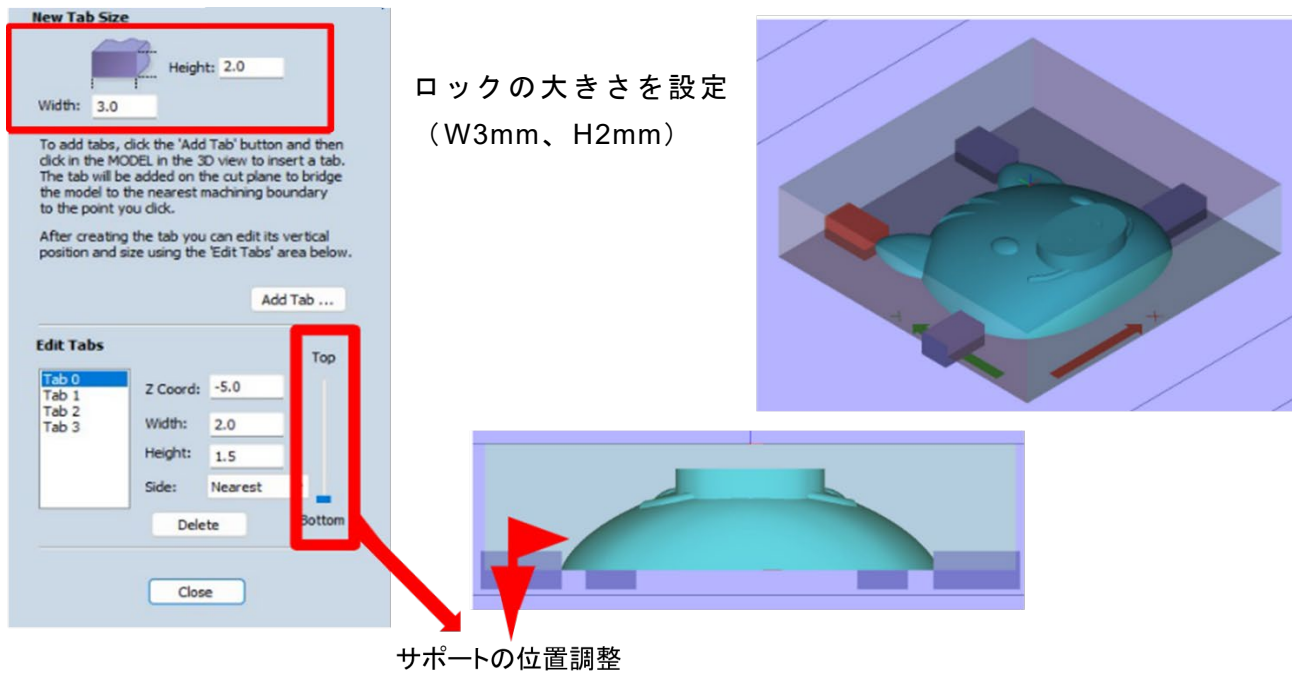


図 8 サポートの設定

荒削り加工の設定

- ・「Roughing Toolpath」で、荒加工の設定を行う。

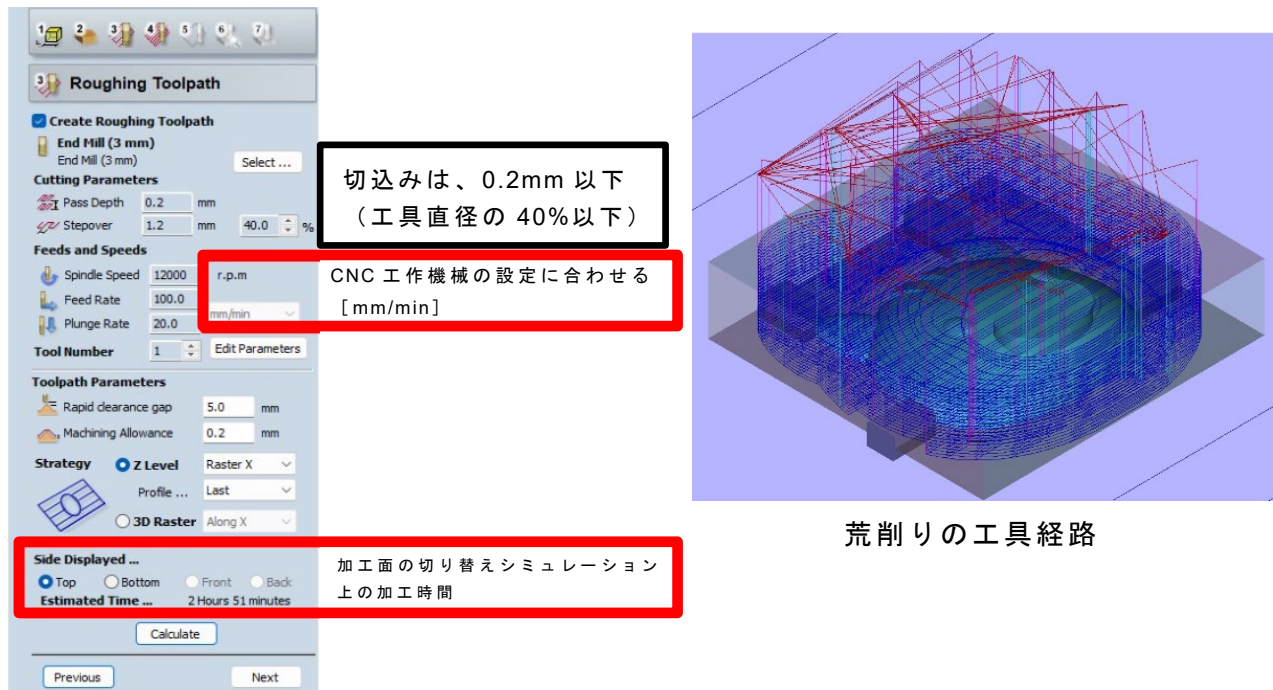


図 9 荒削り加工の設定

仕上げ削り加工

- ・「Finishing Toolpath」で、仕上げ加工の設定を行う。

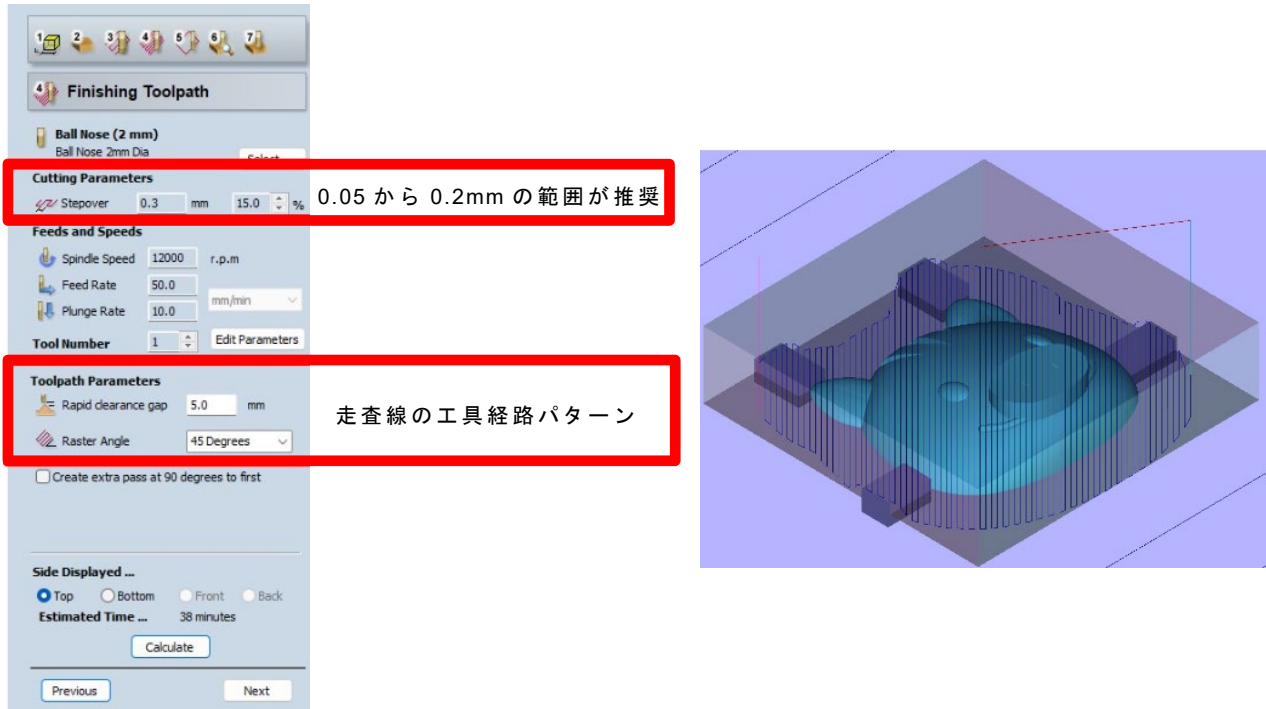


図 10 仕上げ削り加工の設定

NC プログラム出力

- ・「Save Toolpaths」で、NC プログラムの保存を行う。

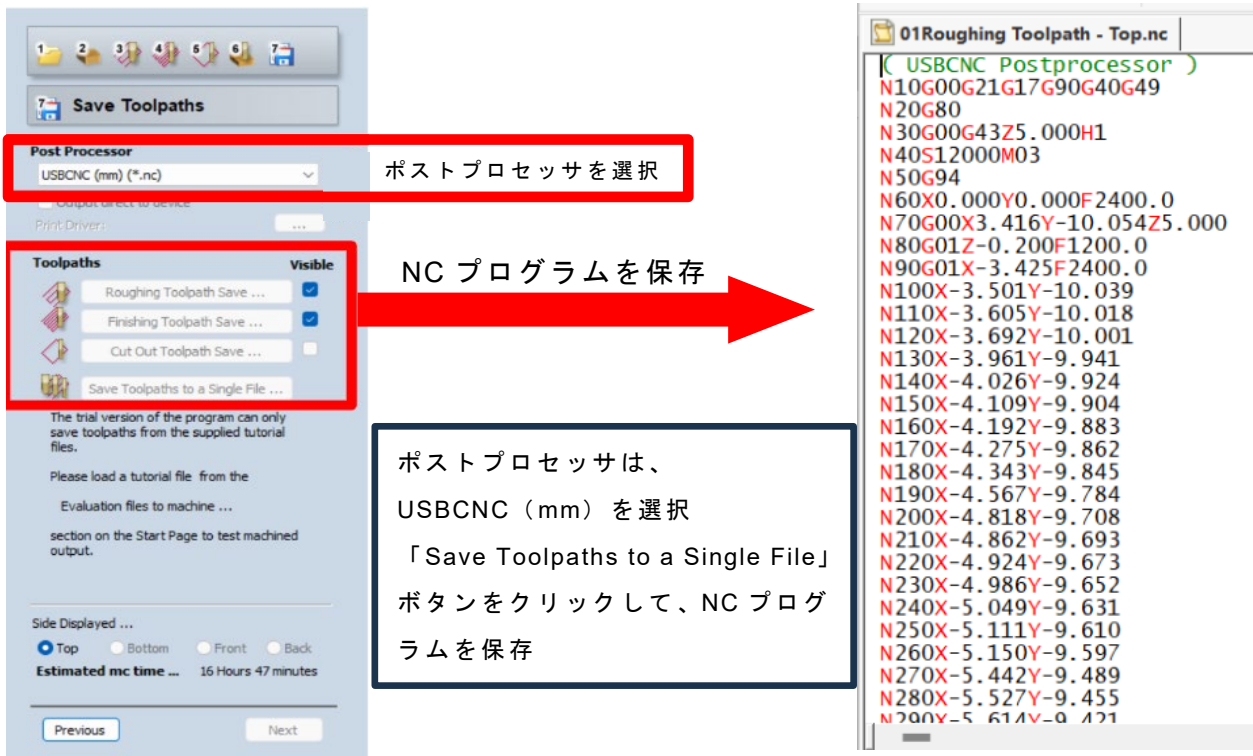


図 11 NC プログラムの出力

表面と裏面加工

・実加工はプログラムの通りの加工ができた。また、メーカーマニュアルに掲載されていない知見を作業マニュアルに追加した。



表面



裏面

図 12 実加工（板形状や高さの低いモデル）

6. 3Dモデルのスライス機能を利用した加工について

モデルのスライス機能を利用した加工についての加工方法と問題点の解決について検証した。

高さがあるモデルについては、モデルをスライスし、スライスモデルを加工し組み立てられる。ただし、3Dモデルにオーバーハングがある場合はCNC加工機で想定された形状にスライスされる。3軸加工機は、オーバーハングは加工できない。

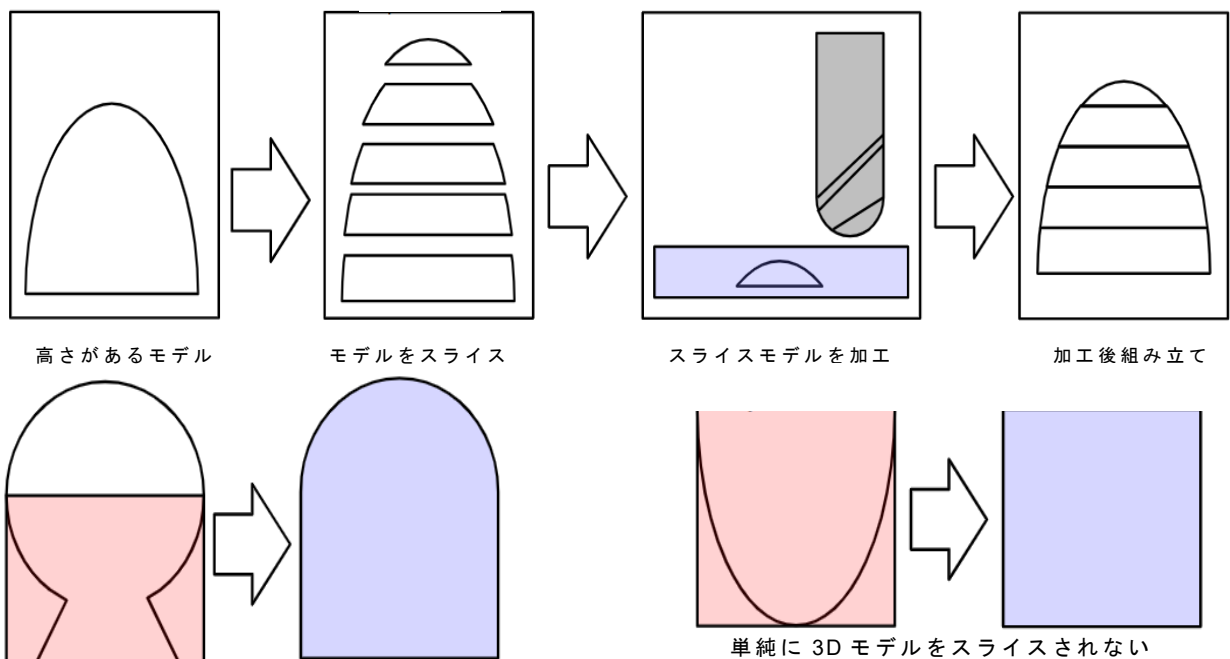


図 13 スライス機能を利用した加工の流れ

7. 割り出し 4 軸での加工

3D モデルにオーバーハングがある場合の加工には 4 面を削り「割り出し 4 軸」の加工を行えば加工が可能となる。

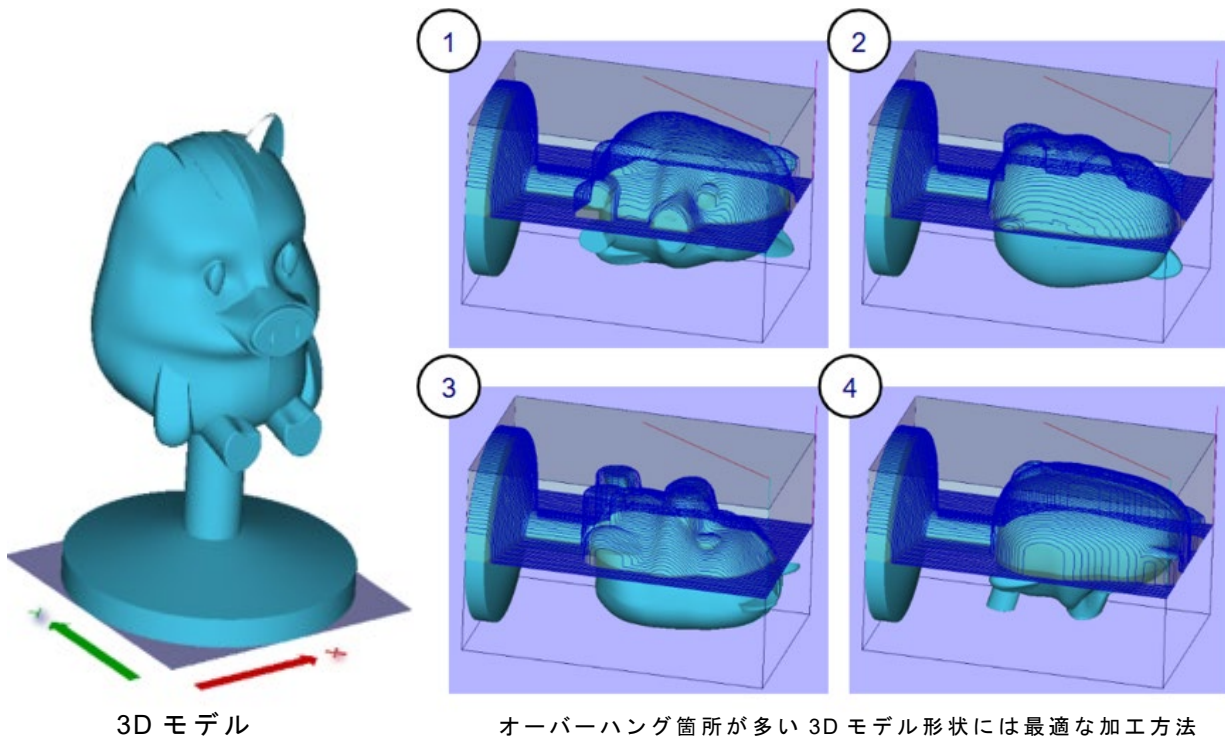


図 14 割り出し 4 軸の加工

8. まとめ

必要工具や部品の選定し購入した。表面、裏面加工について、加工の実例を紹介した。メーカーマニュアルに掲載されていない知見をまとめた。モデルのスライス機能を利用した加工については、最適な加工方向を決める必要があることがわかった。割り出し 4 軸の加工については、スライス機能が不向きなモデル形状に対しての加工方法を示した。

9. おわりに

長期技術研究を 2021 年度から 2023 年度の期間実施し、機材の組み立てから始まり、必要な工具を揃えた。CL420 の操作資料の作成、機械加工系マニュアルの作成 (FeatureCAM、DXmaker、2DCAM and DXF Maker、Cut3D)、PCB 系マニュアルの作成 (Eagle) を行った。学内限定で閲覧できる。今後も CNC フライスを利用していただき、材料加工や治具製作や基板加工の作成に励んでいただきたい。

小型リフロー炉の開発

電気系技術分野グループ 赤松 孝則

1. はじめに

2020年度に技術室では、新たな業務の可能性や活用方法を探索するため、(株)オリジナルマインド社製のCNCフライス(KitMill CL420)を購入し、材料加工や治具製作や基板加工が可能となった。

電気回路の製造において、基板加工および実装技術は極めて重要である。近年は電子機器の小型化に向けて多くの電子部品が表面実装技術(surface Mount Technology:SMT)による実装を前提として製造されている。SMTでは、あらかじめ基板にハンダを塗布し、電子部品を搭載後、加熱によりハンダ付けを行う。ハンダ付けを行う際には、使用するハンダに応じて適切に基板温度を推移する必要があるため、専用の装置であるリフロー炉が使用される。

そこで本技術研究では、表面実装部品を使用した電気回路を作成できる環境を技術室に構築することによるCNCフライスのさらなる用途拡大を目的として、簡易的なリフロー炉の開発を行った。本稿では、開発したリフロー炉の構成と低融点ハンダ用プロファイルにしたがった温度推移について報告する。

2. 電気回路製造工程

電気回路の製造は、「回路図設計」、「基板設計」、「基板製造」、「部品実装」と4つの大きなプロセスに分割することができる。本章ではそれぞれの行程について解説を行う。

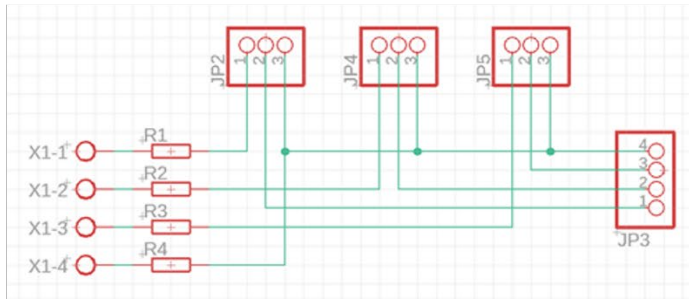
2.1 回路図設計

回路図設計は、図2.1(a)に示すような使用する部品と接続を示す電気回路図面を作成する工程である。設計者は、作成する電気回路が要件を満たすために必要な部品の選定や接続を決定する。回路図作成ソフトウェアを用いることで、設計が正しいかシミュレーションによって検証することも可能となっている。またフリーソフト(KiCADやEAGLEなど)もあり、無料で図面の作成が可能となっている。この工程における成果物は、回路図(部品の種類と接続方法を示す図面)、部品リスト(部品の型番や個数をまとめた表)、ネットリスト(部品間の接続情報を記述した表)となる。

2.2 基板設計

基板設計は、図2.1(b)に示すような回路図に基づいて物理的なプリント基板(PCB)のレイアウトを作成する工程である。設計者は、PCB設計ソフトウェアを使用して、部品の配置や配線のルーティングを行う。この工程で外形や部品配置などが決まるため、電気的な要件だけでなく、物理的な要件(大きさやねじ止め位置など)を満たすことも重要となる。PCB設計ソフトウェアでは、シミュレーションによって配線間の干渉やノイズ発生の度合いなどを検証することができる。回路図設計用のソフトウェアと一体になっていることもあり、フリーで提供されているものもある。この工程における成果物は、PCBレイアウト図(部品の配置や配線の経路、太さを示す図面)、ガーバーデータ(基板製造に必要となるデータ)となる。

(a)



(b)

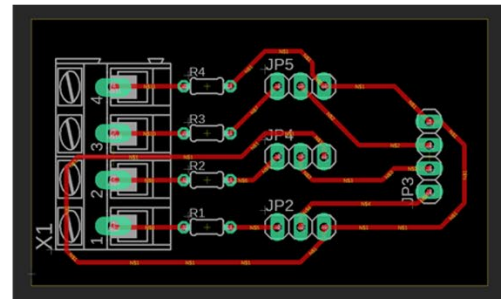


図 2.1 (a) : ソフトウェアで作成した回路図の例。後述するスイッチ操作用基板の回路図となっている。(b) : ソフトウェアで作成した基板の例。(a)の回路図から基板上に部品を配置し配線したデータとなる。

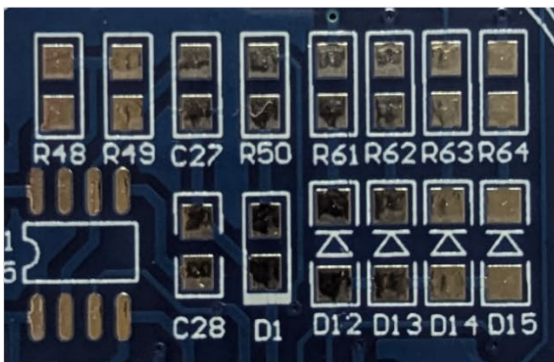
2.3 基板製造

基板製造は、基板設計で作成されたデータに基づいて PCB を製造する工程である。使用する基板材料の選定、配線部分のエッチング処理、酸化を防止するための表面仕上げなどが行われる。この工程では、高精度な機械加工装置が必要となるが、技術室では CNC フライスを保有しており、基板製造が可能である。この工程を経て作成される基板は、まだ抵抗や IC など電子部品が搭載されていない状況で、図 2.2(a)に示すような部品をハンダ付けするための銅箔(パッド)が露出しているものである。

2.4 部品実装

部品実装は、製造された PCB に電子部品を取り付ける工程である。表面実装技術やスルーホール技術を使用して、パッドと部品をハンダ付けにより基板に固定する。量産の場合この工程では、基板の必要な個所にのみハンダを塗布するためのマスクや、部品を適切な位置に置くためのマウンタ、ハンダ付け(リフロー)を行うためのリフロー炉が必要となる。ここまでの行程を経て、電気回路の製造が完了する。リフローの際には、ハンダを適切に融解させるために、基板の温度を適切に推移する必要がある。

(a)



(b)

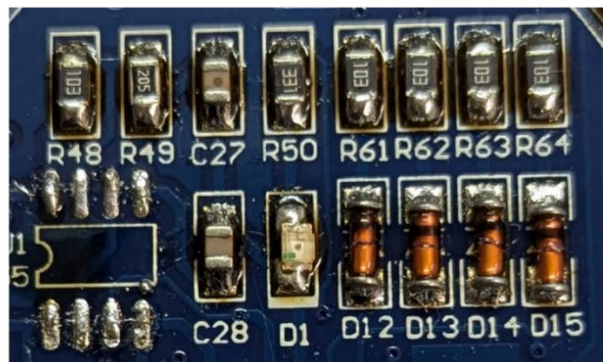


図 2.2 (a) : 基板製造まで経た部品未実装の基板の例。ハンダ付けを行うためのパッドが露出している。(b) : ハンダ付けを行った後の基板の例

1章で述べたように、技術室では基板加工が可能な CNC フライスを所持している。回路図・基板設計はフリーのソフトウェアが使用可能で、部品のマウンタは手動で置き換えが可能であること。またマスクは、市販のカッティングマシンによって代用可能なことが報告されているため、技術室ではハンダ付けを行うためのリフロー炉のみが不足している。そこで本技術研究でリフロー炉の開発を行うことにより、技術室で保有する装置のみで電気回路の製造を可能とすることができる。

3. リフロー炉の設計と評価

本章では、リフロー炉の設計内容と温度推移の評価について解説する。

3.1 目標とする温度プロファイルについて

2.4節で述べたように、リフロー炉には適切に基板の温度を推移することが求められる。目標となる時間経過と基板温度の関係(温度プロファイル)は、使用するハンダの仕様に合わせて決定する必要がある。CNC フライスで加工できる基板は、FR-1 と呼ばれる規格のもので紙基材にフェノール樹脂を含浸させた材料で製造される。FR-1 は、比較的やわらかい基板であり、通常の鉛フリーハンダの融点である 220℃程度になると変形や銅箔がはがれる可能性がある。そこで本技術研究では、図 3.1 に示すような温度プロファイルが推奨される低融点ハンダ(融点 138℃)をターゲットとして開発を行った。

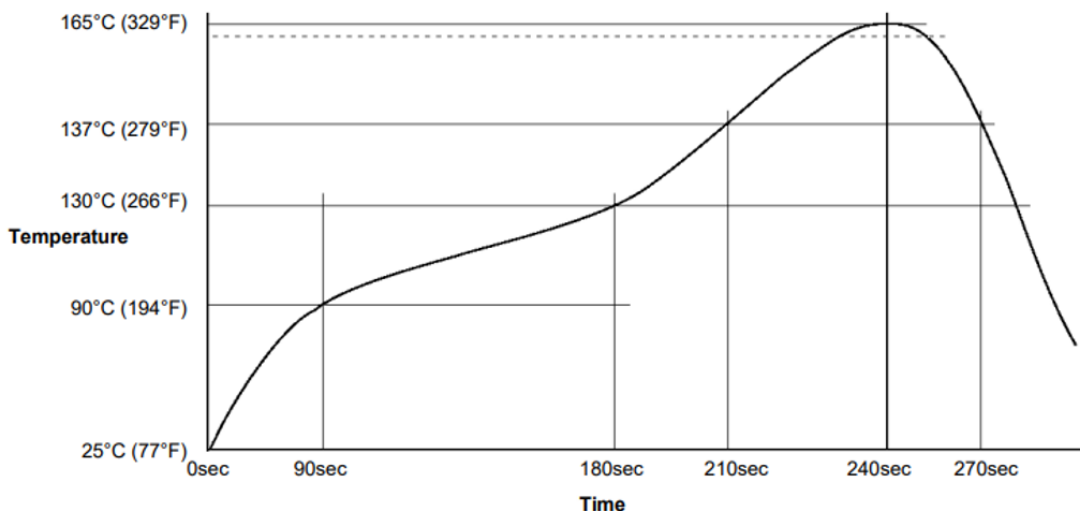


図 3.1: 開発のターゲットとする低融点ハンダの温度プロファイル。90 秒間 90℃~130℃を保つことで基板の温度を均一化した後、165℃まで上昇させてハンダを融解させる。

3.2 リフロー炉の構成

開発したリフロー炉の構成を図 3.2 に示す。温度設定可能なホットプレートを使い、コントローラから設定温度を操作することによって、基板温度を適切に推移させる。熱電対は、リフローを行う基板に装着し、基板温度の状況に応じてホットプレートの設定温度を制御する。現在の基板温度や加熱時間などを確認しながら、リフローが行えるようにコントローラとして、ディスプレイとマイコンが一体となっている M5Stack を使用した。

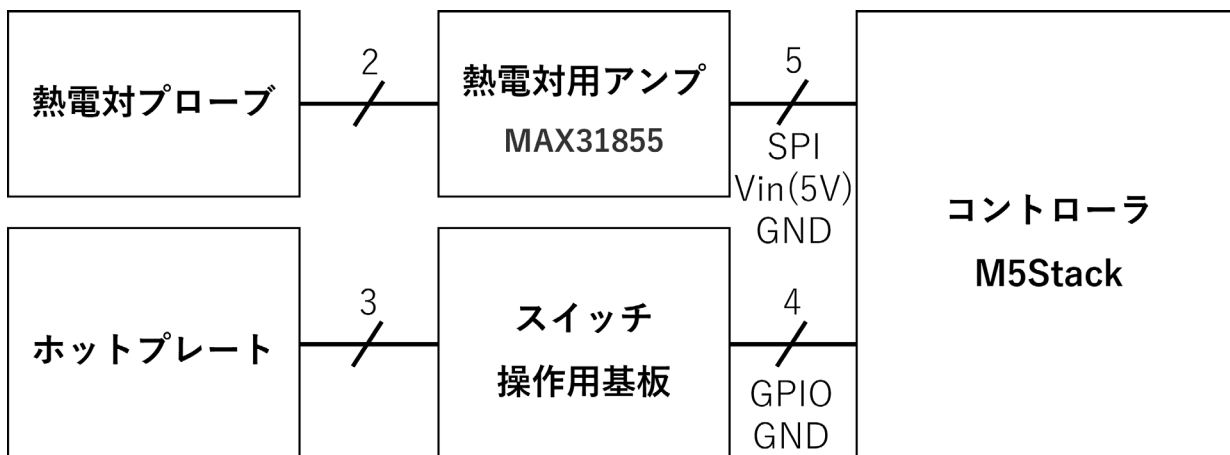


図 3.2: 開発したリフロー炉のブロック図。コントローラはアンプから SPI 通信で温度情報を読み取り、スイッチ操作作用基板によってホットプレートの温度を制御することでフィードバックを行う。

3.3 スイッチ操作作用基板

本技術研究で使用したホットプレートを図 3.3 に示す。このホットプレートでは、押しボタンを使用して表 3.1 のような手順で温度設定が可能である。



図 3.3: 使用したホットプレートの外観。中央にあるボタンで目標温度の設定を行う。現在の温度や目標温度は 7 セグメント LED に表示される。

表 3.1: ホットプレートの目標温度設定方法。手動で行う場合の動作を記述しており、マイコンで操作するには、電氣的にこの操作を行う必要がある。

- | | |
|-----|------------------------------------|
| (1) | 「*」を押して温度設定画面に入る。LED には目標温度が表示される。 |
| (2) | 「▲」を押すと+1℃、「▼」を押すと-1℃ 目標温度が変化する。 |
| (3) | (2)で設定したい目標温度に変更し「*」を押して確定する。 |

目標温度の設定は、物理的にボタンを押す必要があるため、マイコンで操作することが困難である。そこで本技術研究では、トランジスタを用いてボタン押下を電氣的に置き換えた。図 3.4(a)に示すように、このホットプレートでは、ボタンを押すと 5V の電源とホットプレートの制御回路の間が短絡する。つまり、制御回路に 5V が入力されることによってボタンの押下を検出している。そこで図 3.4(b)のようにトランジスタを使って電源と制御回路間の短絡をマイコンによって制御可能となる。そこで本技術研究では、マイコンやホットプレートとの接続を簡単にするため、図 3.5 のようなトランジスタと接続用コネクタを配置したスイッチ操作作用基板を作成した。

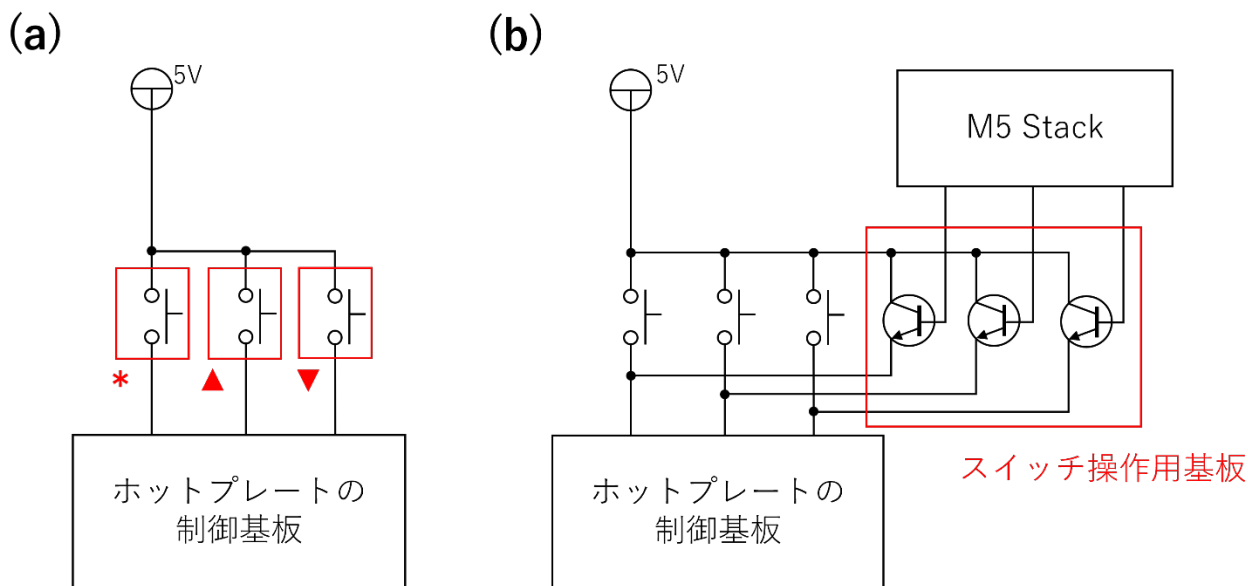


図 3.4 (a) : ホットプレートの制御基板と物理スイッチの関係。スイッチを押すと 5V と制御回路間が導通することで動作する。(b) : マイコンとスイッチ操作作用基板を使った場合の関係図。物理スイッチにより導通していた動作をトランジスタに置き換える。

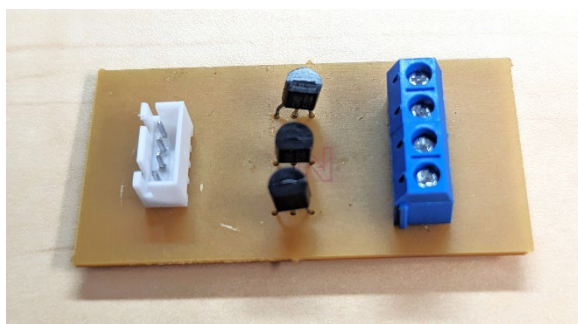


図 3.5 : 作成したスイッチ操作作用基板。左側のコネクタでホットプレートのスイッチを、右側のコネクタでマイコンと基板を接続する。中央にはトランジスタ搭載されている。

3.4 開発したリフロー炉の評価

本研究で開発したリフロー炉による基板の温度推移と、推奨プロファイルの比較を図 3.6 に示す。推奨プロファイルと比較すると、温度の急上昇が困難であることから 165℃に到達する際やハンダ付け後の温度低下に時間がかかっている様子が見られるが、90~130℃での予熱作業や、その後の融解温度までの上昇を再現することができた。基板の温度低下については、マイコンにファンなどを接続し、ハンダ付け終了後から基板に風を当てることで改善を検討している。

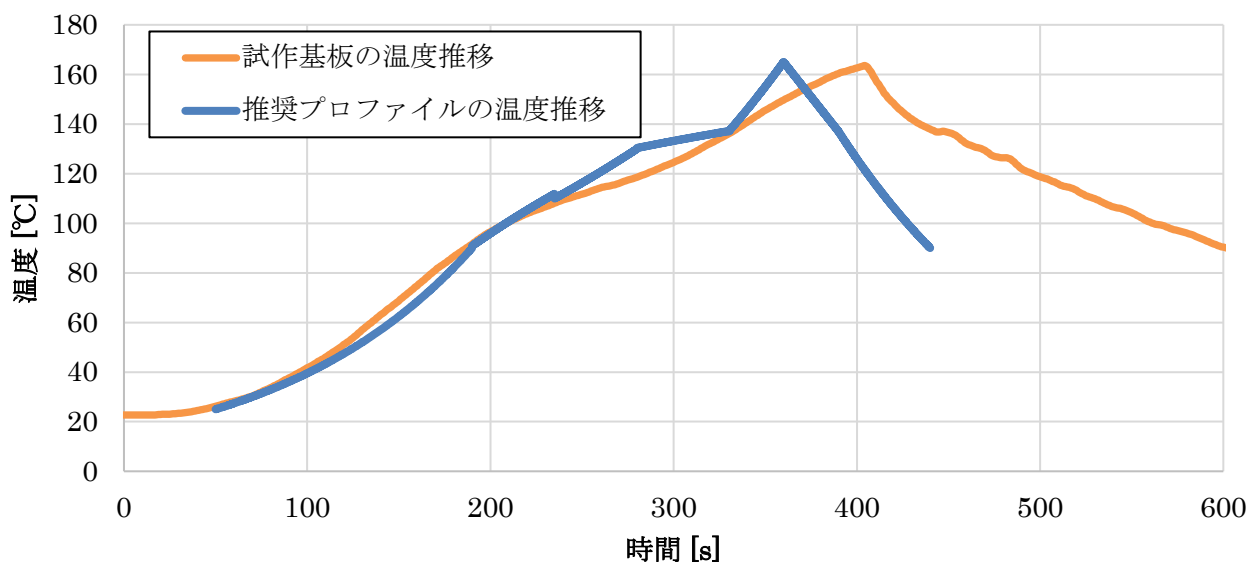


図 3.6：開発したリフロー炉による基板の温度推移と、推奨プロファイルの比較。推奨プロファイルの推移は図から著者が目視で数値を読み取りデータ化したものである。

4. まとめ

本技術研究では、技術室で保有する CNC フライスの用途拡大を目指し、低融点ハンダ用の簡易リフロー炉を開発した。開発したリフロー炉は、温度設定可能なホットプレートとコントローラを使用し、基板温度を適切に制御することで、低融点ハンダの温度プロファイルを再現できた。今後は冷却速度の改善のためにファンの導入を検討し、さらなる性能向上を目指す予定である。

ひまし油由来リシノール酸の圧力晶析を用いた高純度化

化学技術分野グループ 曾谷 知弘

1. はじめに

トウゴマ種子から採取されるひまし油は、広い温度域で高い流動性をもつことから潤滑油として用いられている。ひまし油は、トリグリセリドとして、不飽和脂肪酸(リシノール酸 87%、オレイン酸 7%、リノール酸 3%)と飽和脂肪酸(パルチミン酸やステアリン酸など 3%)を含んでいる。ひまし油を加水分解または鹸化することによって得られるリシノール酸(炭素数 18)は、1 分子中に水酸基と二重結合をもつため化学的な反応性に富む脂肪酸であり、印刷インキ、潤滑剤、食品添加物などさまざまな用途で使われている。最近ではカーボンニュートラル化の観点から、化成品原料としても注目されている。

高純度の不飽和脂肪酸を得る方法としては、低温結晶化分別、分別蒸溜、尿素付加分別などがある。リシノール酸はエタノールやアセトンに溶ける性質がある。ひまし油から得られる脂肪酸をアセトンに溶解させ飽和脂肪酸等を低温分離することにより高純度のリシノール酸を得ることができる。

これまでに高圧力を利用して結晶を析出させる圧力晶析法に着目し、脂肪酸メチルエステルなどの油脂関連物質の高圧固液平衡データの測定を行ってきた[1]。本研究では、ひまし油脂肪酸からリシノール酸を分離するプロセスへの圧力晶析法適応の可能性を検討するため、高圧下におけるリシノール酸の固液相挙動を調べた。

2. 実験方法

高圧固液平衡測定装置の概略図を図 1 に示した。試料を満たしたガラス製試料容器(内径 1.3cm、内容積 約 2cm³)をサファイア製光学窓付き高圧容器 A (耐圧 420 MPa) 内に置き、加圧による試料の相変化を目視観察することで凝固圧力の測定を行った。高圧プランジャーポンプ B (日本精密科学社製: NP-S-321、最高吐出圧力 80 MPa) と増圧機により発生させた圧力を試料容器に取付けたフリーピストンを介して試料を加圧している。実験では、温度一定で十分高い圧力を加えて結晶を析出させた後、ステップ状(0.1℃/20 分)に温度を変化させ、結晶が完全に消滅する温度を融点として決定した。測定の不確かさは温度±0.1K、圧力±0.5MPa である。

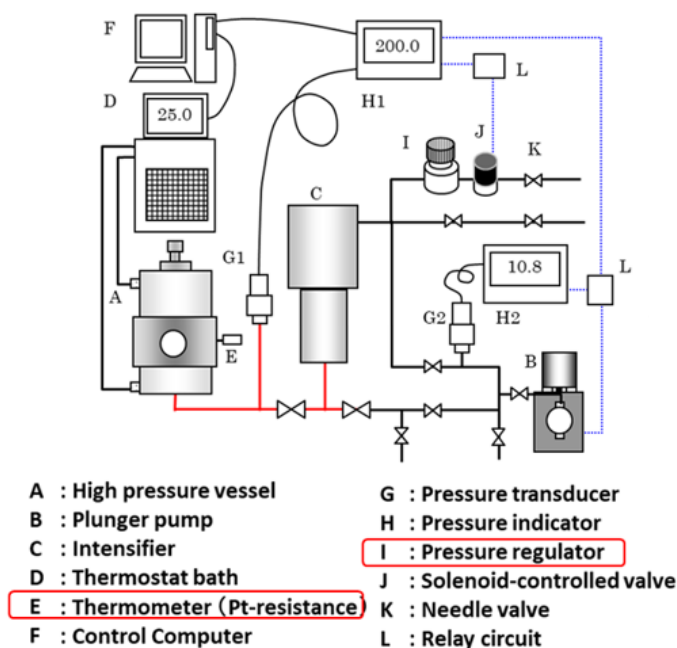


図 1 高圧固液平衡装置概略図

圧力の調整(減圧操作)は、増圧機の低圧側の圧力を高圧用減圧弁により数気圧に減圧し

た後、圧力指示計（ミネビア製 CSD-815）の上限設定出力信号により小型電磁弁の開閉を制御して行った。また、圧力指示計の下限設定出力信号を用いてプランジャーポンプを制御し加圧操作を行った。減圧速度については、精密ニードルバルブによる流量調節、また、加圧速度はプランジャーポンプのストローク量(吐出量)により調整することが可能である。圧力指示計の上限・下限設定値と恒温循環槽の温度設定値は、シリアル（RS-232C）接続した制御用のパソコンから変更可能で、希望の圧力値に加減圧が可能である。

試料を封入したガラスカプセルと試料のリシノール酸（富士フィルム和光純薬製 88.5%）の写真を図 2 に示す。試料を封入したガラスカプセルを冷凍庫で保管後に室温に戻すと不透明であった。測定は、約 70℃に加熱して結晶を融解させた後、予め調温した高圧セルにセットして行った。



図 2 試料封入した
ガラスカプセル

3. 装置トラブル

目視観察による高圧固液平衡測定装置は 20 年近く使用している装置である。本実験を始めたところ、図 1 の赤枠で囲った白金抵抗温度計と圧力制御で用いている高圧用減圧弁に不具合が生じた。白金抵抗温度計については、RS-232 によるシリアル通信による PC への温度データの取込みができなくなり、同じメーカーの白金抵抗温度計温度計 AΣA F250 MKII に交換した。装着されている制御インターフェイスが GPIB のため、NI 社製の GPIB-USB 変換アダプター（NI-GPIB-HS）と Sequence Maker（日置電気（株）製エクセルアドイン）を用いて温度データの取り込みを行った。Sequence Maker は、GPIB の他に RS-232 や LAN（ソケット通信）にも対応しており、簡単な設定で測定機器との通信設定やデータ取込みが可能である。RS-232C 経由で行っている圧力指示計との通信も、この Sequence Maker を用いて行った。圧力値の読み込みと上下限設定を変更することで行っているが、RS-232C で行っている。Sequence Make で通信を行う場合、専用の DLL が必要な RS-232C-USB 変換アダプタは使用できないため、ナショナルインスツルメンツ製の NI USB-232 に交換している。

エクセル VBA を用いて作成した制御・測定画面を図 3 に示した。

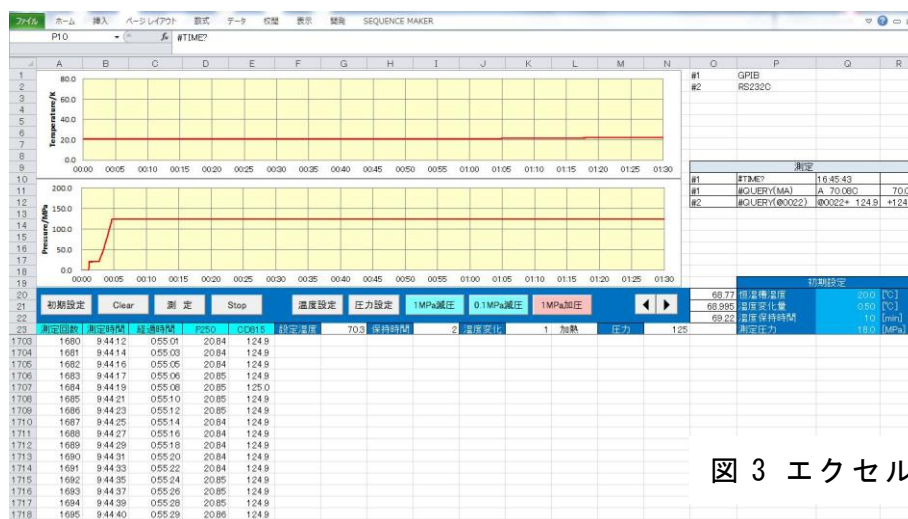


図 3 エクセル制御・測定画面

4. 測定結果

これまでに報告されている高圧下における脂肪酸の固液相挙動とともに、得られたリシノール酸の固液相挙動の測定結果を図4に示した。いずれの脂肪酸の融点も圧力の上昇に伴い単調に増加し、圧力に関する2次式で相関することができた。炭素数が18で同じ不飽和脂肪酸で比べると、融点は二重結合が増えるにつれて下がっている。今回測定したリシノール酸(C18:1-0H)の融点は、オレイン酸(C18:1)とリノール酸(C18:2)の間にあることが分かった。

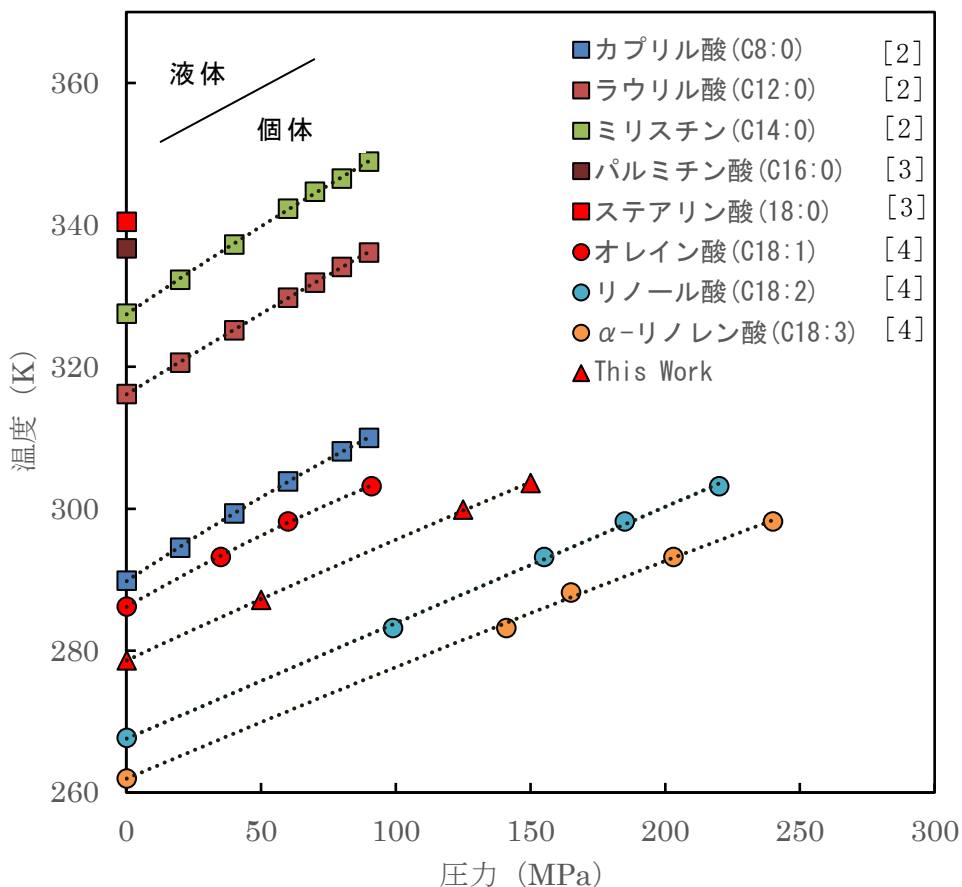


図4 高圧下における脂肪酸の固液相挙動

今回の実験で加圧により結晶を析出させると、次のように2段階（異なる圧力）で結晶析出が起こることが分かった。

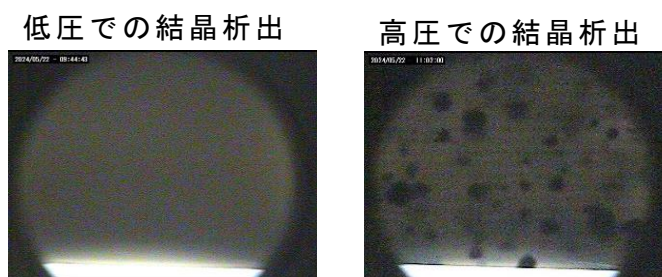


図5 異なる圧力での結晶析出の様子

加圧により 2 段階で結晶が析出する理由として、結晶多型が考えられる。不飽和脂肪酸のオレイン酸/ γ -リノレン酸混合物系において、高圧力下で結晶多型が観察されることが報告されている [4]。今回の測定した融点は、低圧で析出した結晶の融点であり、低圧と高圧で析出した結晶それぞれの融解温度は測定できていない。

6. まとめ

ひまし油脂肪酸からのリシノール酸の分離精製への圧力晶析法の適応可能性を検討するために、高圧下におけるリシノール酸の相挙動を調べた。今後、結晶多型を含めてより詳細な検討を行っていきたい。

参考文献

- [1] T. Sotani et al.: The 29th Japan Symposium on Thermophysical Properties, Oct.8-10, 2008, Tokyo
- [2] M. C. Costa et al. : Fluid Phase Equilibria 253 (2007) 118–12
- [3] 板倉弘重、『脂質の科学』、朝倉書店
- [4] K. Maeda et al. Journal of Crystal Growth Vol. 576, 15 December. 2021,126380
- [5] N. Nishiguchi et al. : SCEJ 72nd Annual Meeting (Kyoto, 2007)

令和5年度ひらめき☆ときめきサイエンス ～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI

化学系技術分野グループ 熊谷 宜久

1. 概要

研究成果公開促進費とは、研究成果の公開発表、重要な学術研究の成果の発信及びデータベースの作成・公開について助成することによって、我が国の学術の振興と普及に資するとともに、学術の国際交流に寄与することを目的とするものであり、優れた研究成果の公的流通の促進を図るものである。その中で、学会等による学術的価値が高い研究成果の社会への公開や国際発信の助成を行うものが研究成果公開発表であり、(B)と(C)に分かれている。(B)は日本国内で主催するシンポジウム・学術講演会等で、一般社会人等の関心が高いと思われる分野の研究動向・研究内容を、分かりやすく普及啓発しようとするものを対象とした助成である。その一部が今回のひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHIとなっている。以下の項目を全て満たすプログラムを対象とした助成である。

- ① 科研費による研究に関わる基礎的な内容をより分かりやすく伝え、科学の興味深さや面白さを体感できるようなプログラムであること。
- ② 小学5・6年生、中学生及び高校生のいずれかが対象であること。
- ③ 実施代表者の所属する研究機関が主催するプログラムであること。

応募するためには e-Rad に「科研費の応募資格有り」として研究者情報が登録されている研究者かつ、科研費の研究課題の研究代表者として研究を実施したことがある研究者でなければならない。

採択自体がレアケースであり、事務方によると少なくとも本学工学研究科では過去に採択された記録が残っていないそうである。従って、今回は制度の紹介に紙面を割いている。研究成果公開発表(B)本体は平成12年度に応用化学科の出来成人教授による採択実績がある。教授4名、助教授8名、講師1名、助手3名、計16名の先生方による合同プロジェクトであった。後の本学学長1名、理事2名、副学長3名、学長補佐1名、研究科長2名、評議員4名を含む、今思えば豪華な顔ぶれであった。紆余曲折を経て、現在のオープンキャンパスのような形になったと伺っている。

一方ひらめき☆ときめきサイエンスは、申請者は単独で、協力者があっても申請報告書類に残ることはない。とはいえ他大学では、教員同士と指導する学生達、附置研究所の所長と研究員達、教員と技術職員達などと、複数での協力体制下による実施が目立っているのが現状のようである。今回はまず私が単独で実施し、道を踏み固めてから関心のある方に知見を伝達することにした。なお当日は、技術室の小西氏にご参加頂いた。

2. 実施報告

令和5年8月5日(土)及び6日(日)に、工学研究科のガラス部屋(4W-207室)において高校生を対象とした体験プログラムを開催した。本学では高大連携事業の一環として位置づけられているため、教員組織と相互にメリットのある協力関係下で開催することができた。

内容に関する詳細な言及は行わない。初見ならではの集中、気づきと体験が失われるからである。学生実験では事前の中途半端な情報で注意力が削がれ、かえって危険な目にあった人が何人もいた。座学では得られないものを失わないため、これからの受講生に伝わる可能性は取り除いておきたい。ここでは主に本イベントの位置づけと意義について考察をする。

「ガラスはなぜ壊れやすい?透明なガラスの見えない秘密を解き明かそう!」と題し、事前の応募者から抽選で計24名(うち参加者23名)の高校生に受講頂いた。「割れると危険なもの」と知ってはいるものの、実はガラスの世界には見えない秘密が沢山ある。様々な方法でガラスを割ってみることで、ガラスの壊れる仕組みについて学びを深めた。具体的には、見た目と材質が同じでも壊れやすさに大きなばらつきがある性質を取り上げ、可視化の手法を用いながら安全教育と並行した流れとした。

今回を通じ、本ひらめき☆ときめきサイエンスへの参加者は非常に学習意欲が高く、興味を持っていることが肌で感じられた。理由は募集システムから推察される。同じく高校生を対象とするオープンキャンパス(以下、OCと略す)と比較する。OCは計千~数千名の参加者を受け入れる巨大イベントであり、重要度、規模共に最大のものである。それ故に高校側も教育の一環として重要視しており、生徒にノルマを課して参加させていることも多いことが私の聴取で判明した。ひらめき☆ときめきサイエンスは、主催した私ですら着手まで知らなかったウェブサイトからの申し込みとなっており、かつ先程のノルマとは無関係に応募してくる。高い情報収集能力と意欲を兼ね備えた逸材のみが参加する。

さらには本研究科を含め、近畿地区の短大・大学の85%が本イベントと同日に開催されていた。受験を控えた高3生もいた、塾の夏期講習もあったはずである、はるばる中京や中四国等からも参加されていた。かつて経験したことのない熱意の高さに感銘を受けた。

私個人にとって心配事があるとすれば、競合相手の先生方が非常に強力な点である。末尾の参考サイトをご覧になれば分かるが、研究実績に裏打ちされた、魅力的なテーマに満ちている。本プログラムを継続するためには、毎年勝ち続けなければならない。ただ、参加者の意欲を引き立てて笑顔にすることにかけては引けを取らないと、今回自信を深めた。応募数、抽選漏れで参加できなかった方達から頂いたeメールを拝見するにつけ、採択に向けて本気で努力しなければならないと感じている。参加者には科学に対する興味をより深めて頂き、その中から本学への進学を志す方が現れればと願っている。

3. 謝辞

本イベントの遂行には JSPS 科研費 21H04019 及び 23HT0130 の助成金を、お手伝い下さった各位、並びに本学各組織より場所・機会の提供・ウェブサイトでの告知など多大なご支援を頂いた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

[独立行政法人日本学術振興会「ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI」](#)

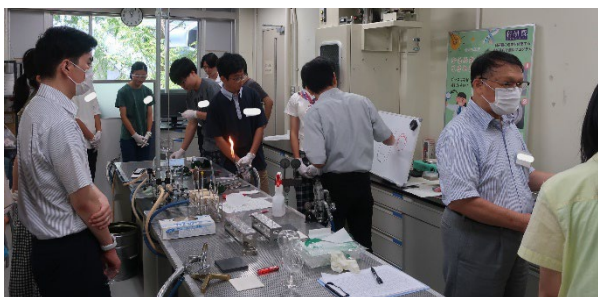


写真1 イベント全景



写真2 笑顔の修了証授与式

神戸大学 大学院工学研究科 技術室 技術室報告 第31号

発行日 令和 6 (2024) 年9月10日

編集発行 [神戸大学 大学院工学研究科 技術室](#)

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

TEL 078-803-6374 (技術室運用室)

Eメール eng-kkg-office@edu.kobe-u.ac.jp
