

2024 年度 長野県南信工科短期大学校
機械システム学科 卒業研究発表会

日 時：2025 年 2 月 19 日（水） 10：25～16：15

会 場：長野県南信工科短期大学校 学生ホール

2024 年度 長野県南信工科短期大学校 機械システム学科 卒業研究発表会

日 程：2025 年 2 月 19 日(水) 10：25～16：15

会 場：長野県南信工科短期大学校 学生ホール

講演時間：発表 10 分、質疑応答 5 分

10:25～10:30 【挨拶】 小林学科長

10:30～11:15 小林研究室（進行・タイムキーパー：岡本研）

1. 「3D パズル製作における形状データ作成アルゴリズムの改良」 漆戸 陽規
2. 「マイクロマシニングによる鱗形状の製作」 駒澤 聖也
3. 「DfAM (Design for Additive Manufacturing)を用いた造形物の機械特性の調査」 前澤 陽斗

11:15～12:00 鮎澤研究室（進行・タイムキーパー：小林研）

4. 「羽ばたきロボットの開発」 青木 聖弥
5. 「リン酸二水素アンモニウム結晶育成装置の開発」 長谷部 遥希
6. 「移動式ロボットの活用に向けた研究」 宮澤 諒伍

<昼休み 60 分>

13:00～13:30 荒川研究室（進行・タイムキーパー：鮎澤研）

7. 「土壌攪拌体の揺動運動における断面形状の効果」 久保田 隼人
8. 「手掌の開閉動作と前腕筋群の筋電位変化との整合性検証」 八木 雅也

13:30～14:30 中島研究室（進行・タイムキーパー：荒川研）

9. 「デジタルモールド粉末冶金における金型用合金生成方法の開発」
～無電解めっき技術の活用～ 洲原 瞬
10. 「デジタルモールド粉末冶金の材料の開発～金属粉末への電気めっき技術～」 森田 雄陽
11. 「マグネット駆動によるダブルアクティングスターリングクーラーの開発」 中村 璃空
12. 「レアメタルの切削切屑を再利用した装飾品材料の開発～焼結条件に関する研究～」
木下 滉也

<休憩 10 分>

14:40～15:25 湯本研究室（進行・タイムキーパー：中島研）

13. 「レアメタルの切削切屑を再利用した装飾品材料の開発～材料形態に関する研究～」
土屋 洋貴
14. 「協働ロボットを活用した生産ライン構築に関する教材の検討」 宮坂 陸空
15. 「協働ロボットと NC 工作機械の連携による自動化システム構築に関する教材の検討」
中谷 駿佑

15:25～16:10 岡本研究室（進行・タイムキーパー：湯本研）

16. 「自然言語で音声コミュニケーション可能な生成 AI に基づいたロボットの開発」 岩田 康佑
17. 「生成 AI を利用したあいまいな自然言語で指令可能なロボットの開発」 大槻 隼
18. 「生成 AI に基づいた似顔絵彫刻のための CAM ソフトウェア開発」 水上 敦之

16:10～16:15 【全体講評】

※研究題目については、当日、変更される場合があります。

「3D パズル製作における形状データ作成アルゴリズムの改良」

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M03 漆戸 陽規

1. はじめに

ボクセルを基にした 3D パズルの製作を行っている。昨年の研究で形状分割アルゴリズムの提案を行い、パズルの製作を行ったが、形が複雑になるとピース分割が設定の分割数にならないという問題が発生した。そこで、新しいアルゴリズムを開発し、比較検討を行った。

2. 形状分割アルゴリズム

2.1 既存のアルゴリズム

既存のアルゴリズム¹⁾は注目するボクセルに隣接する 6 ボクセルをパズルピースの候補として形状の端から検索する。このアルゴリズムでは図 1 に示すようにカエル形状を 6 ピースに分割する例では、ピース 1 から順番に形状が分割されるが、分割の際に飛び地が発生し（6 ピース目）設定ピース数にならないケースがあった。

2.2 新しい（2 分割）アルゴリズム

図 2 に分割イメージを示す。新しく提案するアルゴリズムは従来のように順番に設定した分割数に分けるのではなく、2 分割を繰り返して、最終的に設定分割数になるようにする方法である。なお、この分割方法だと分割数が 2 の倍数となる。

3. 2 つのアルゴリズムの比較と考察

2 つのアルゴリズムの違いを比較するため、立方体

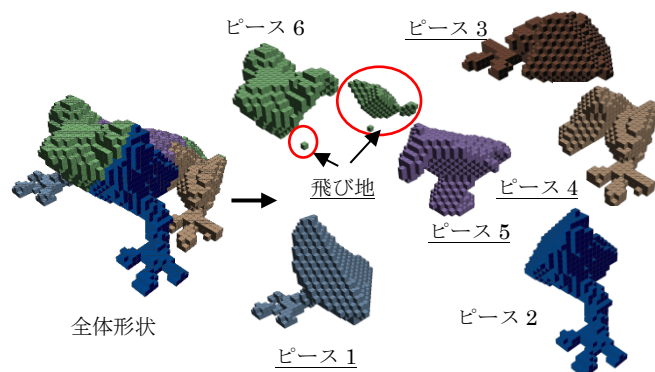


図 1 既存の分割アルゴリズムの問題点

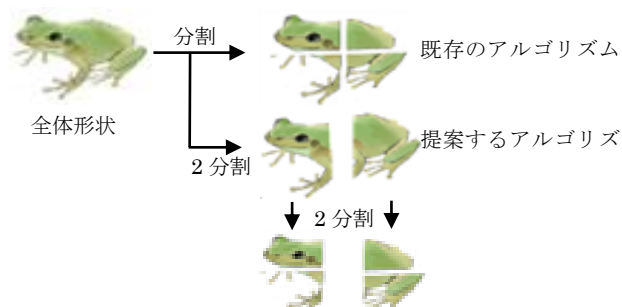


図 2 分割アルゴリズムのイメージ

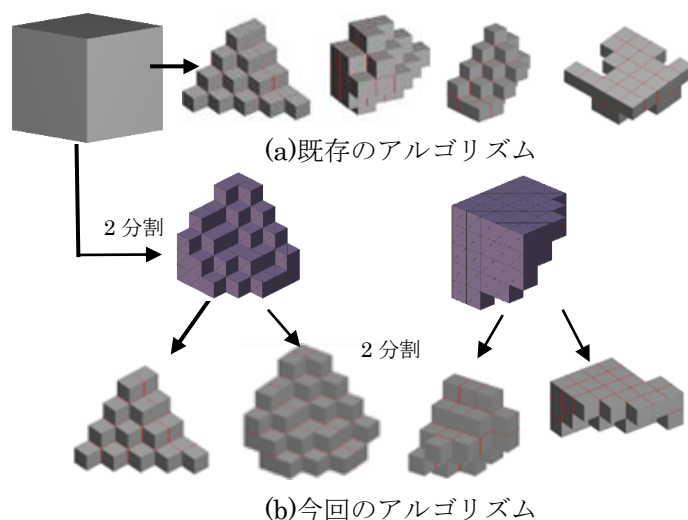


図 3 アルゴリズムの比較

を 4 分割した。その結果を図 3 に示す。この例では飛び地は発生せずにきれいに 4 分割されている。また、アルゴリズムの違いにより異なる形状のピースが作られていることがわかる（1 つ目のピースは同一形状）。さらに、これらの形状を 3D プリンタにより造形し、パズルの難易度に違いがあるか試してみたが、難易度には違いは見られなかった。

より複雑な形状のカエル形状で 2 分割アルゴリズムを試した結果を図 4 に示す。最初の 2 分割において飛び地が発生した。この 2 分割アルゴリズムにおいても形状と分割開始点の設定により飛び地が発生する。このように飛び地が発生した場合、分割された小さいピース（飛び地）をもう一方の分割されたピースに組み込むことで、2 分割となるように調整する。現在このアルゴリズムをプログラミングしている。

参考文献

1) 久保田大智：3D パズルの製作，令和 5 年度南信工科短期大学卒業論文，2023.

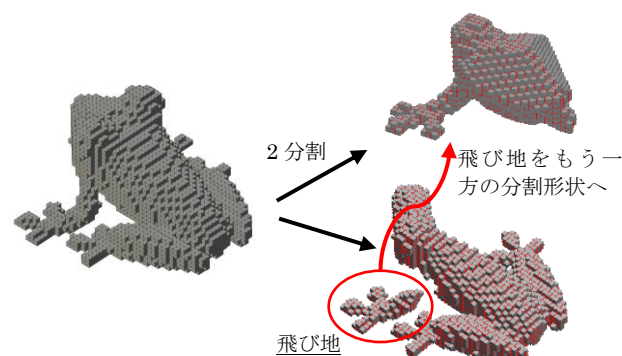


図 4 2 分割アルゴリズムによるカエル形状の分割

「マイクロマシニングによる鱗形状の製作」

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M08 駒澤 聖也

1. はじめに

製品表面に加工される微細パターンは、機械的特徴の向上だけでなく、意匠的にも重要な要素技術である。このような微細パターンは従来主に、エッチングによって作られているが、加工精度、環境面から、マシニングによる加工は利点があると考えられる。本研究では魚の鱗を例に、マシニングによる加工を行った。

2. 鱗パターンの加工

2.1 加工機の開発

鱗形状の加工に当たり、小径工具を使用することから、高回転のスピンドルが必要となり、ディスク型トップ CNC フライス盤(オリジナルマインド製 KitMill CL100)を改良した。図 1 にその写真を表 1 に仕様を示す。

2.2 鱗パターンの設計

鱗形状は、図 2 に示すように 1 枚の基本形状を重ね合わせることでパターン化し作成する。今回は隣り合う列が鱗半分程度ずれるように設計した。したがって、図では(1,)3,5列と2,4列は同じ形状列になっている。

2.3 鱗パターンの加工

作成した鱗パターンを①走査線加工と②スキヤロップ加工を行った。それぞれのツールパスを図 3 に、加工条件を表 2 に示す。②スキヤロップ加工においては同一パターンを抽出し、それぞれの鱗においてツールパスを算出し、パターン毎にツールパス

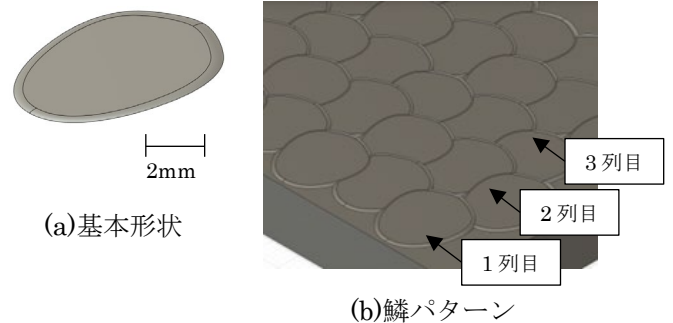


図 2 鱗パターンの作成

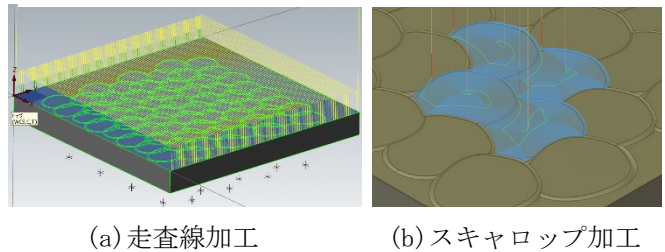


図 3 2種類のツールパス

表 2 加工条件

	①走査線加工	②スキヤロップ加工
使用工具	ボールエンドミル R1	
スピンドル回転数 (min ⁻¹)	30,000	
最大切込み深さ (μm)	100	
送り速度 (mm/min)	150	500
ピックフィード (μm)	50	

を複製することで加工を行った。今回は図 3(b)のツールパスを構成している 4 つの鱗におけるツールパスをまとめ、それを 4 つ複製し加工を行った。

それぞれの条件で加工した表面写真を図 4 に示す。1 枚の鱗形状は目視では確認できるが、鮮明に浮き出しているとは言えない。ツールパスに沿う加工痕も現れており鱗パターンを鮮明に浮き出するように加工するには加工条件の更なる検討が必要である。

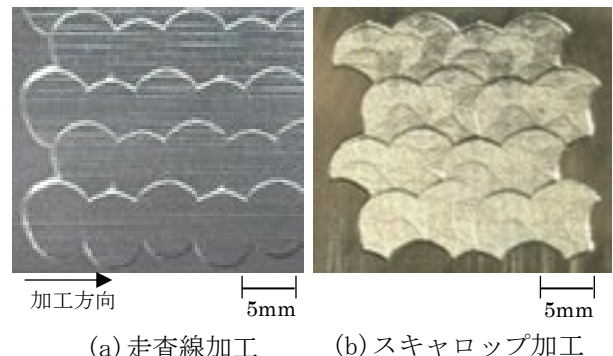


図 4 加工した表面写真

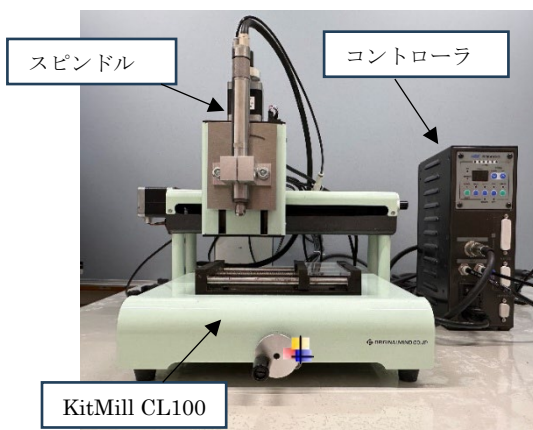


図 1 改良した CNC フライス盤

表 1 加工機の仕様

スピンドル回転数 (min ⁻¹)	5000~60000
最大送り速度 (mm/s)	15.0
ステージ分解能 (μm)	0.78
スピンドル傾き角 (°)	0~20

「DfAM を用いた造形物の機械特性の調査」

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M14 前澤陽斗

1. はじめに

3D プリンティングの新しい設計手法である DfAM (Design for additive Manufacturing) に着目し、部品の内部形状による機械的特性の変化を調べた。本研究では曲げ試験を行い、荷重とたわみの関係を調査した。

2. 内部構造と荷重—たわみの関係

2.1 試験片の製作

試験片はボクセルを組み合わせた構造と市販の CAM ソフトで自動的に作られる規則的パターンを構造を製作した。試験片の大きさは、長さ 160mm、幅 16mm、厚さ 8 mm で、材質は PLA、ABS とした。使用したボクセルは一辺の長さ K が 4mm と 8mm の 2 種類とし、ボクセルを構成する壁の厚みを変化させたときの全体の体積に占める材料の割合を充填率 J とし、25、40、50、60、80% の 5 種類変化させた。図 1 に一例として製作した試験片の内部形状を示す。

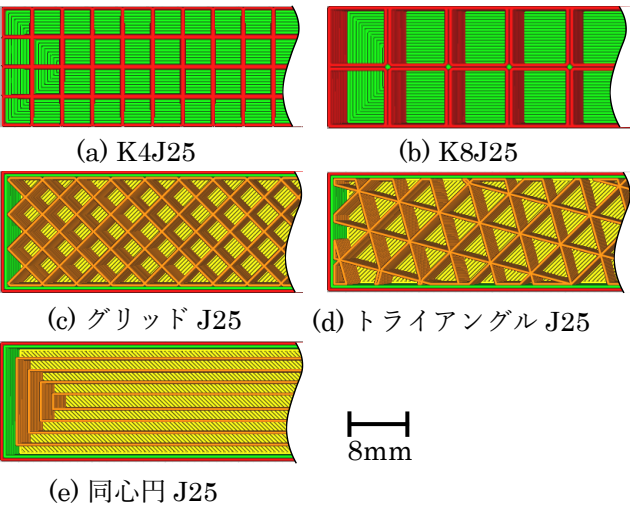


図 1 試験片の内部形状

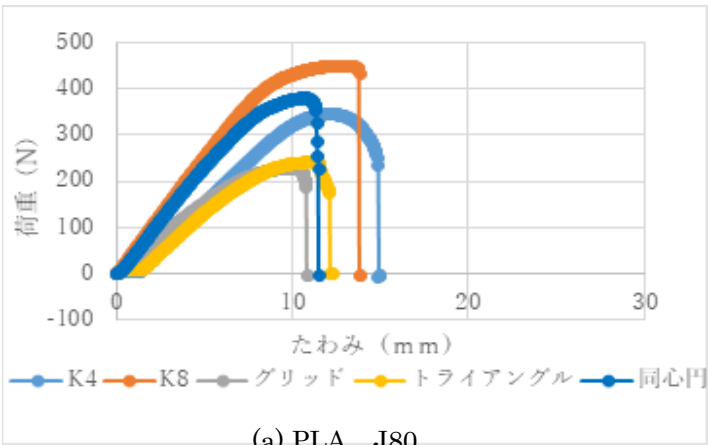
表 1 試験条件

試験速度	2mm/min
圧子と支持台の半径	5mm
支点間距離	128mm

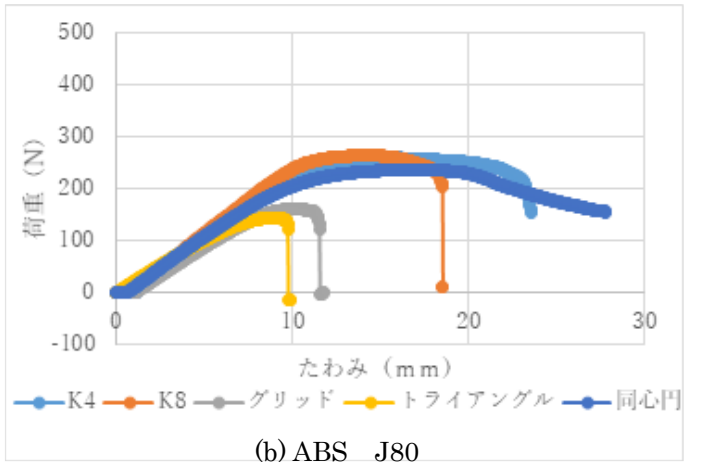
2.2 曲げ試験と結果

精密万能試験機(島津製作所 ag-x plus)を用い曲げ特性を調べた。試験条件を表 1 に示す。試験結果の一例として充填率 J を 80% にした時の内部構造の違いによる結果を図 2 に示す。図 2(a) は使用材料を PLA、図 2(b) は ABS とした結果である。PLA は K8 が最も荷重が大きく、たわみは約 14mm という結果になった。同心円はグリッド、トライアングルに比べ荷重は高い結果となったがたわみはほぼ同じ値となった。

一方、ABS は全体的に荷重が 300N を下回る結果とな



(a) PLA J80



(b) ABS J80

図 2 内部構造の違いによる曲げ特性の違い

ったが、たわみは PLA より大きくなった。また、PLA と同様に K4、K8、同心円が大きい荷重となりトライアングルとグリッドが低い値となった。

2.3 考察

K4 と K8 は充填率 J が大きくなると壁の厚さが厚くなることから強度が上がったと考えられる。しかし、市販の CAM ソフトで製作した 3 種類は試験片内部の充填率が上がっても壁の厚さが変化していないので今回の結果につながったと考える。材料面では PLA はたわみの値が小さく ABS と約 2 倍の差が生まれていた。

これらの実験結果から内部構造の違いにより耐荷重に差があることがわかったが、特に壁の厚さが影響していると考えられる。最大曲げ応力は荷重が作用する面と裏面となることから、表面に近い壁を厚くすることで曲げ特性を向上させることができると考えられる。今後はこのような内部形状を作成し実験を行う予定である。

3. おわりに

本研究では、内部構造の違いによる機械的特性を調査した。得られたデータをもとにより強度の高い内部構造を検討していく予定である。

羽ばたきロボットの開発

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M01 青木 聖弥

1. はじめに

トンボや鳥の飛び方を模した羽ばたきロボットについて長年研究されてきた。本校では、自力の羽ばたきにより飛行するロボットの開発を目標として数年間にわたり研究されてきた。本研究では翼の形状最適化を行い、翼を上げる際の負荷の軽減、自力の羽ばたきでより多くの揚力と推進力を得ることを目指した。

2. 研究内容

自力の羽ばたきで飛行可能なロボットを制作するために以下のことを行った。

1) ギアボックスの形状最適化

モーターとギアの位置を決め単純モデルを製作した後に、側面と底面の肉抜きした。さらに着陸時の衝撃力に耐えられるよう補強した。また、SOLIDWORKS により設計したギアボックスの応力解析を実施した。

2) 翼の設計・製作

これまでの機体は1枚のビニール製シートで翼を作製したため、翼を振り上げる際に大きな負荷がかかっていた。本研究では羽のような形の複数のシートで構成された翼にすることで振り上げる際の負荷を軽減した。羽の剛性を高めるためにカーボンロッドを使用した。

3. 結果

1) ギアボックスの最適化

製作したギアボックスを応力解析した結果を図1に示す。最大応力と最小応力を表1に示す。極端な応力集中がないことを確認した。

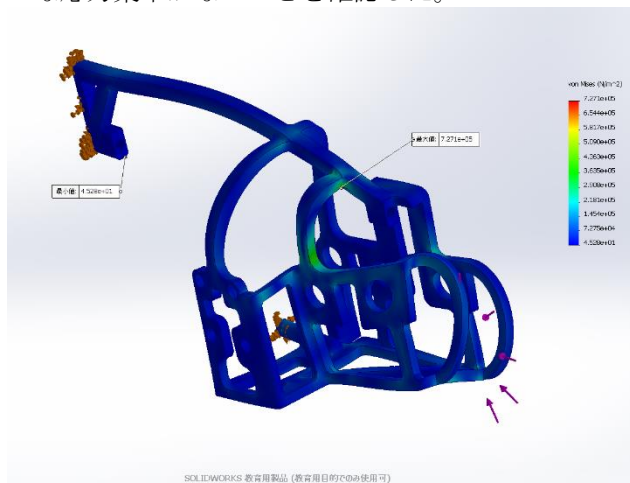


図1 ギアボックスを応力解析した結果

表1 最大応力と最小応力

最大応力	7.271e-01 MPa
最小応力	4.528e-05 MPa

2) 開発した機体

今回の研究で開発した機体を図2に示す。今回製作した機体と過去の機体の全長、翼幅、重量を表2に示す。

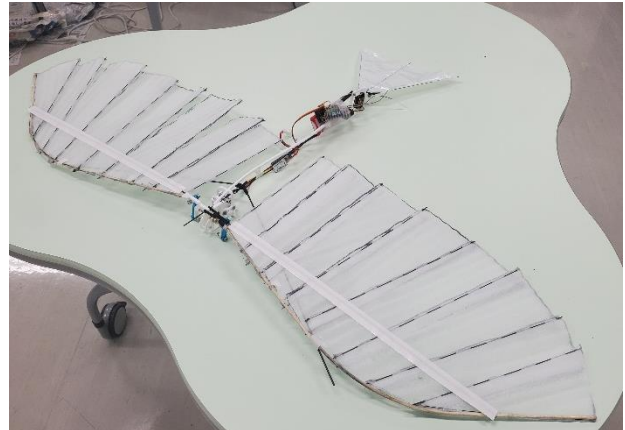


図2 開発した機体

表2 過去の機体と今回開発した機体の比較

	今回製作した機体	過去の機体
全長	約 550mm	約 550mm
翼幅	約 1050mm	約 950mm
重量	約 140g	約 120g

3) 飛行試験

翼に羽を使用することで振り上げる際は負荷を小さく、振り上げる際は揚力、推進力を得ることができ、飛行することができた。

4. まとめ

これまでで最も鳥らしく飛行するロボットを製作することができた。長時間連続飛行をするためには翼のさらなる最適化が必要だと考える。今回の飛行試験の映像を分析したところ、翼の後方に力が十分に伝わっておらず、羽の剛性をさらに上げる必要があると分かった。

1案として羽に使用したカーボンロッド(図3)を太くすることがあげられる。しかし、カーボンロッドを太くすることで重量が重くなってしまうため剛性と重量のバランスを考える必要がある。



図3 翼に使用したカーボンロッド

「リン酸二水素アンモニウム結晶育成装置の開発」

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23m13 長谷部 遥希

1. はじめに

結晶はレーザー光の波長変換等工業分野において数多く用いられている¹⁾。結晶育成法の一つに水溶液法がある。水溶液法においては、図1に示すように高温の飽和溶液の温度を下げていくことで溶けきれなくなった溶質が析出する原理を利用して結晶を育成することができる。この育成法の場合、析出する溶質の量には限界があるため、育成できる結晶の量も限られる。そこで温度が高く多くの溶質を溶解した溶液供給し続ける装置により大きな結晶を育成出来ると考えた。本実験の目的はこれまでに開発した高濃度溶液を連続して供給することで結晶を育成する装置に工夫を施し、透明度が高く大型の結晶を育成することである。

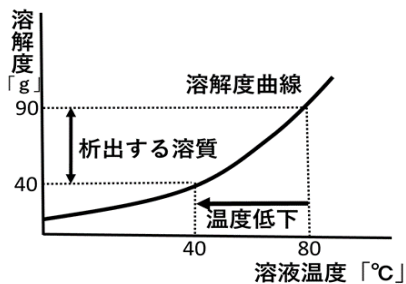


図1 結晶育成理論図

2. 実験方法

溶質はリン酸二水素アンモニウム($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)を用いた。図2に実験装置概要図を示す。この装置は溶解槽と育成槽に温度差をつけて溶液を循環させることにより結晶を育成する装置です。温度はウォーターバスによって制御されており、チュービングポンプで常に溶解槽から育成槽に溶液が送られている。育成槽に送られた溶液は育成槽上部に取り付けられたチューブからオーバーフローして溶解槽に戻る仕組みになっている。

育成槽側のウォーターバスの設定温度を 25°C 育成槽側のウォーターバスの設定温度を 35°C にしてモーター回転数 30rpm ポンプ流量 60ml/h に設定して装置を 74 時間稼働させ続けて観察した。

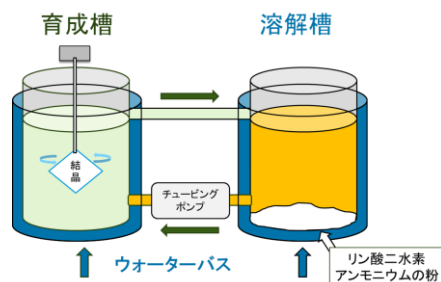


図2 実験装置概要図

3. 実験結果

図3のグラフより育成槽はほとんど同じ温度で安定して制御することができた。

溶解槽と育成槽のウォーターバスの設定温度に10°Cの差をつけて実験を行ったが溶液の温度差は約5°Cになった。

過去の装置で問題になっていたチューブがつまり、機会が停止してしまうということが起こらず74時間連続で装置を稼働させることができた。

図4より過去の実験の60°Cを大きく下回る35°Cの低温下でも結晶が成長していることを確認できた。

過去の育成装置では大きな温度差が原因で雑晶が多く発生してしまったが、今回の装置では雑晶が発生せずきれいな結晶を育成することができた。

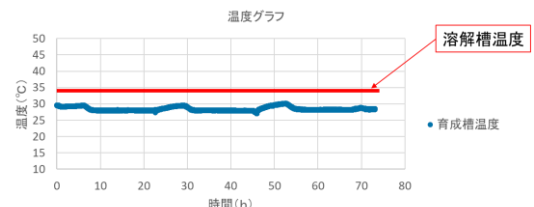


図3 実験温度グラフ

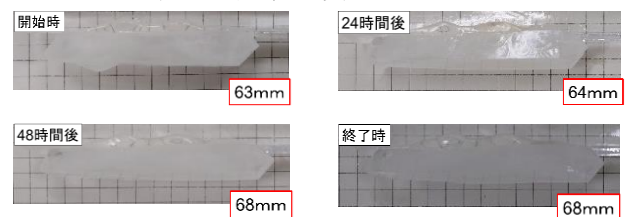


図4 結晶写真

4. まとめ

実験の結果より育成槽の温度を変化させなくても溶解槽と育成槽で温度に差をつけ、高濃度の溶液を循環することで結晶を育成することができることが分かった。

今回は育成槽 25°C 溶解槽 35°C で実験を行ったが、もっとふさわしい温度や温度差があると考えられる。また今回は温度に注目して実験を行ったが、チューブポンプの流量に注目して実験を行えばより良い結晶を育成することができる。

溶媒に溶ける溶質が多いほど結晶の成長が早く安定するので、溶解槽を攪拌する装置を追加すると成長速度が上がると思った。

移動式ロボットの活用に向けた研究

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M17 宮澤 諒伍

1. はじめに

近年、各業界での人手不足が深刻である。対策として人の代わりに様々な移動式ロボットを活用する例が多くみられる。しかし、コストや技術の問題から、誰でも簡単にロボットを導入できる状況ではない。本研究では誰でも低コストで実用可能な移動式ロボット開発を促進する環境を構築することを目的とし、取扱説明書を作成した。

2. 研究内容

移動式ロボットの開発環境構築にあたって実施した内容を以下に示す。

ロボットの製作

技能五輪移動式ロボット部門競技コレクション(myRio var.)を使用し、ロボットを製作した。

プログラムの作成

Lab Viewの言語環境にてロボットを動かすためのモータとサーボモータの動作確認用のプログラムを作成し、動きを確認した。またモータのエンコーダからの数値と、目標距離を比較して設定した目標距離まで移動するプログラムを作成した。

取扱説明書の作成

Lab Viewの取扱説明書を作成した。説明書がなく本研究の目的でもある「移動式ロボット開発を容易にする環境構築」という目的を達成するためにも、取扱説明書は必須であった。

3. 結果

ロボットの製作

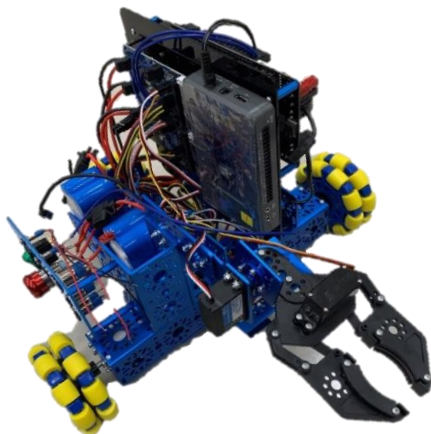


図1 本研究で製作したロボット

図1に本研究で製作したロボットを示す。表1にロボットの全長と高さを示す。

ロボットには24Vバッテリーが2個、メカナムホイール3個、モータ3個、サーボモータ、アーム、myRio(ソフトウェア)、制御基板などが搭載され

ている。

表1 ロボットの全長と高さ

全長	350mm
高さ	350mm

取扱説明書の作成

Lab Viewの使い方について、全27ページにわたる説明書を作成した。Lab Viewの起動方法やプログラミング方法、各要素についての意味や使い方をまとめた。また、各プログラム作成時のプログラム例を載せることで、よりわかりやすく応用にも活用できる説明書になった。図2と図3にプログラムの一部説明書画像を示す。

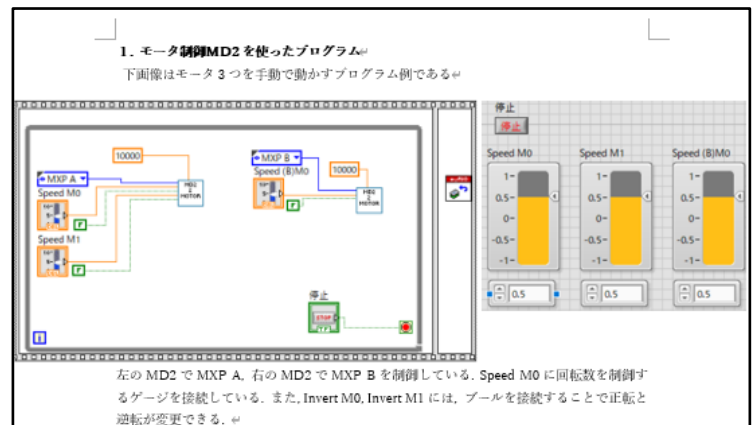


図2 プログラム説明書画像

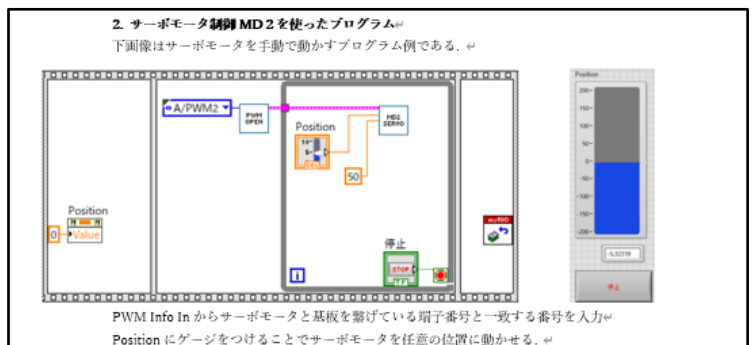


図3 プログラム説明書画像

4. まとめ

移動式ロボットを実際に製作し、Lab Viewの取扱説明書、ロボットを実際に動かすためのプログラム例を作成した。移動式ロボット開発を容易にする環境の構築ができた。

「土壌攪拌体の揺動運動における断面形状の効果」

長野県南信工科短期大学 機械システム学科

23M07 久保田隼人

1. はじめに

主農産物である水田稲作では、除草作業が大きな負担となる。本研究室では、直接的な除草はなく、水田水を懸濁させ雑草生育を抑制する方法について検討を進めている。

水田水の懸濁は、水底付近の土壌をまきあげ、付近の水を攪拌することで達成されると想定した。直接的あるいは間接的に土壌をまきあげ、付近の水の攪拌を同時に達成する攪拌体に、魚体の揺動運動をモデルとして提案し、その運動に攪拌体の断面形状がおよぼす効果を検討した。

2. 実験方法

2. 1 回流水槽の改良

昨年度の回流水槽は、流速の変化が小さく、流れに乱れが生じた。そこで、水流発生器に整流ノズルを取り付け改善を図る。整流ノズルの出口面積は、未装着の投影面積の約 1/2 とした。

2. 2 攪拌体の設計と試作

流水中の物体は、その断面形状により揺動運動が変化する。断面形状を円、四角形（アスペクト比 1:2 および 1:5）および逆三角形とした（図 1）。

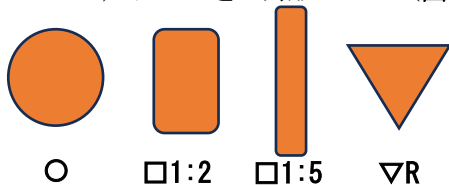


図 1 試作した攪拌体の断面形状

攪拌体の最大断面積は 100mm²、全長は、90mm とした。材質は ABS 樹脂で、3D プリンタで作製した。

攪拌体は、積層時の樹脂充填率を変化させ、流体（20℃水道水）に対する比重を変化させた。

3. 実験結果

3. 1 回流水槽の改良効果

整流ノズルの取り付け前後（改良前後）では、流水中の物体（既製品ルーラー）の揺動回数（1 分間あたり）は増加する。一方、最大振れ幅は低下する。

本研究では、揺動回数と振れ幅の積を「仕事量（m/min）」と定義し、攪拌体の揺動運動の評価指標とする。

仕事量 (m/min) = 揺動回数 (min⁻¹) × 振れ幅 (mm)

回流水槽の改良前後の仕事量を表 1 に示す。改良後は仕事量が向上した。

表 1 水槽改良前後の仕事量の変化

	改良前	改良後
仕事量 (m/min)	1.87	3.18

一方、水流速度には、改善が見られなかった。以後の試験は、改良後の流速が最も速い 0.17m/s の条件で行った。

3. 2 攪拌体の揺動運動評価

種々の断面形状の攪拌体の揺動運動を観察した結果を図 2 に示す。攪拌体の比重は < 1 である。

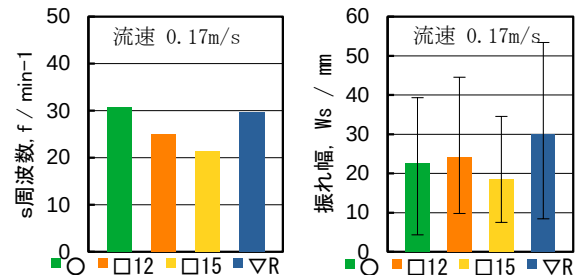


図 2 異なる断面形状における揺動運動特性

揺動回数、平均振れ幅のいずれも断面形状 ▽（逆三角形）で高い数値を示す。仕事量も ▽ が最も高い値を示した。

3. 3 攪拌体の直接的土壌巻き上げ効果の確認

▽形状の攪拌体について、後端部が水底に近づく比重としたときの揺動運動の特性を図 3 に示す。

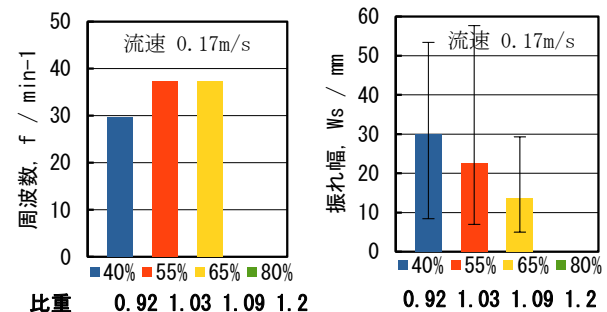


図 3 比重を変化させたときの揺動運動特性

比重が 1 を超えると静止水では沈む。比重が 1.03-1.09 では、振れ幅が低下するものの 0.17m/s の流水でも揺動運動が観察される。これより、作製した攪拌体が直接的に土壌を巻き上げる効果が期待できる。

4. まとめ

水田中での水の攪拌および土壌の巻き上げ効果のある攪拌体形状を検証した。

水を攪拌する効果が最も高くなる断面形状は、逆▽であった。揺動回数、振れ幅とも高い値を示す。

断面形状が ▽ の攪拌体を、水流内に投入したとき、沈降深さが深いほど仕事量が低下するものの、明確な揺動運動が観察される。このことは、土壌を直接的に巻き上げる効果があることを示唆する。

「手掌の開閉動作と前腕筋群の筋電位変化との整合性検討」

長野県南信工科短期大学 機械システム学科

23M19 八木 雅也

1. はじめに

近年、生体信号は、医療診断データのみならず義手開発や感性評価に活用される。さらに、使いやすい機器の開発にも用いられる。

生体信号を道具の使いやすさを示す指標として活用することを目標とする。本研究では、測定具を使用する場合に、道具と直接接触する手指の動作による筋電位変化を観察した。特に、手掌の開閉動作と筋電位変化との関係を実験的に評価し、その整合性を検討した結果を報告する。

2. 実験方法

2. 1 筋電位測定システムおよび解析方法

筋電位測定システムでは、リアルタイムモニターとして、オシロスコープとデータロガーを用いた。データロガーは、オシロスコープに比べ、長時間のデータの取得が可能となる。筋電位測定システムを図1に示す。

筋電位取得時のサンプリング間隔は10～50msとした。得られた原波形は、①原波形→②ゼロ平均化処理→③全波整流→④自乗平均平方根(RMS)とし、主に①と④の波形の特徴を評価した。



図1 筋電位測定システム

2. 2 手掌の開閉動作

筋電位の測定は、道具を把握する基本となる手掌の開閉動作とした。手掌の開閉動作は、パー動作とグー動作を1サイクルとし、交互に動作を行う。筋電位は、前腕部の伸筋群と屈筋群で測定した。

2. 3 ノギス操作時の筋電位の測定部位探索

ノギスは、手掌にて本尺を把握し、スライド部を母指で操作する。本研究では、ノギスでスライド部を母指で開閉操作したときの手背部および母指関連屈筋群における筋電位変化を測定した。

3. 実験結果

3. 1 手掌の開閉動作と筋電位変化との整合

原波形では、パー動作でのひずみ（振幅）が大きい。これは、伸筋群から得られる波形で顕著であった。伸筋群のRMS波形では、パーとグー動作に波形の違いが認められるが（図2）、屈筋群からは両者の違いが不明瞭であった。

パーあるいはグーのように姿勢が変更される領域に、波形の大きな変化はなく、動作開始点を明確に

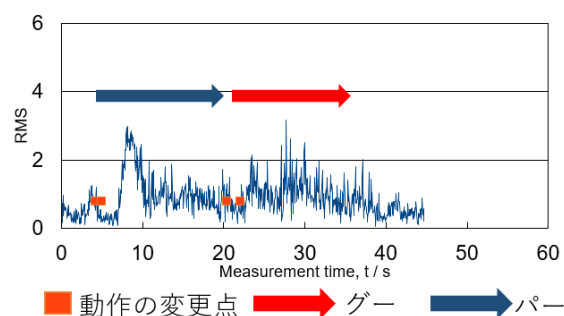


図2 手掌開閉動作時の伸筋群から得られるRMS波形

決めるには至らなかった。ただしグー動作のシンキングで独立した波形が確認された。

3. 2 ノギス操作時の筋電位の測定

ノギスを固定し、母指にてスライド部を開閉させたときの筋電位を測定した。筋電位の測定箇所は、手背側母指近傍と母指に関連する屈筋群とした。

原波形から手背側母指近傍よりも母指関連屈筋群で系統的な筋電位変化が得られた。母指関連屈筋群からは、開/閉動作開始直後にわずかな筋電位変化を示すことがわかる（図3）。

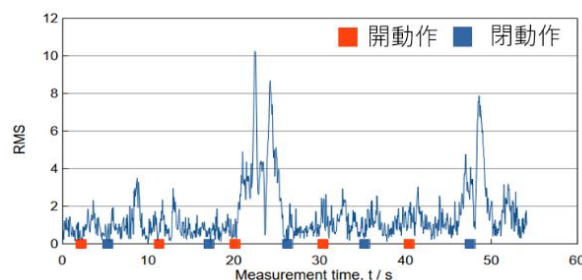


図3 母指関連屈筋群から得られるRMS波

4. まとめ

手掌開閉時と測定具操作時の手の動作と筋電位の件かとの整合性を検討した。

手掌開閉動作では、前腕伸筋群で顕著な筋電位変化が認められた。パー動作は、姿勢変更および保持のいずれもグー動作に比べ原波形のひずみ（振幅）が大きい。

測定具（ノギス）の母指による操作時の筋電位は、手背母指付近に比べ、母指関連屈筋群で変化が顕著であった。ノギスの開/閉動作の量捜査開始時に、RMSの振幅の上昇が認められた

「デジタルモールド粉末冶金における 金型用合金生成方法の開発（無電解めっき技術の活用）」

長野県南信工科短期大学 機械システム学科
23M09 洲原 瞬

1. はじめに

射出成形用の金型を製作する新手法として、3D プリンタで造形した「樹脂製反転型」と「粉末冶金」を用いた方法（デジタルモールド粉末冶金技術）が考案されている。本研究では、この技術に用いる粉末材料の開発と金型製作条件等の基礎データ収集を行った。

2. 研究内容

昨年度の研究で Cu 粉に Sn めっきをした材料を焼結することで合金（青銅）の生成が確認できた為、本年度はこの合金生成条件を明らかにし、Cu と Sn を材料とした金属間化合物の金型製作を目指した。また、使用する Cu 粉の種類や昨年の研究である無電解めっきと本年度着手した電解めっきを比較し、金型を製作するにおいて最適な方法を調査するため、以下の実験を行った。

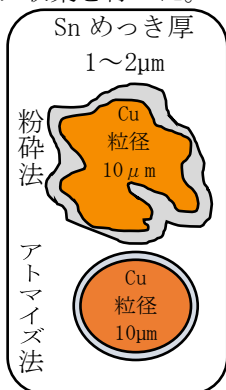


図1 めっき粉

表1 実験内容

実験1【Cu 粉製造法の違いによる強度への影響】 目的：粉砕法とアトマイズ法の Cu 粉を材料とした試験片の圧壊応力値を比較する 材料：①アトマイズ法（成形圧力 2.5t/cm ² ） ②アトマイズ法（成形圧力 3.1t/cm ² ） ③粉砕法（成形圧力 2.0t/cm ² ） ④粉砕法（成形圧力 2.5t/cm ² ）
実験2【Cu 粉への無電解 Sn めっき液の濃度によるめっき厚比較】 目的：本研究では、Cu 粉を金属間化合物にするため、Sn めっき厚を Cu と Sn の質量比から計算した結果、Cu 粉直径 10μm に対し 1~2μm にする必要がある。めっき液濃度（希釈率 50%、原液）とめっき厚の関係を明らかにする
実験3【無電解めっきと電解めっきの材料で製作した試験片の圧縮強度比較】 目的：異なるめっき方法で生成した Cu 粉の Sn めっき厚が試験片の強度に及ぼす影響を調査

3. 結果、考察

1) 実験1の結果

結果を図2に示す。アトマイズ法による材料①、②の試験片の圧壊応力値は粉砕法による材料③、④の半分以下で、金型の製作に必要な強度が得られなかった。これは、アトマイズ法 Cu 粉は球状の形状のため、圧縮成形時に成形形状を維持することが難しいことが原因と考えられる。

Cu 粉の粉砕法、アトマイズ法の圧壊応力値

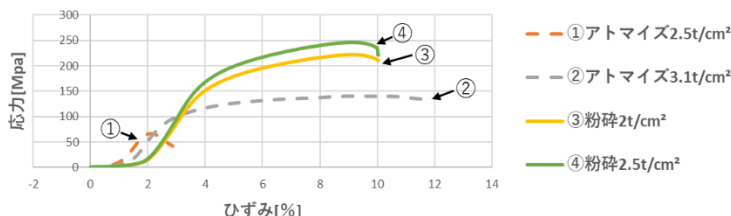
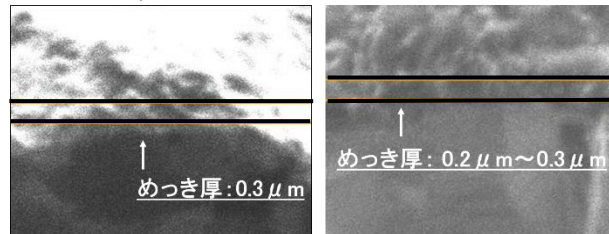


図2 Cu 粉の粉砕法、アトマイズ法の圧壊応力値

2) 実験2の結果

めっき厚をサン工業(株)様の協力で FIB にて観察と分析を行った。図3より、めっき液の濃度の違いによるめっき厚に差はなく、濃度によるめっき厚への影響は無いことが分かった。また、無電解めっきではめっき厚 1~2μm には至らなかった。



希釈あり（希釈率 50%）

希釈なし（原液）

図3 異なる濃度の無電解めっき液で製作した Cu 粉の断面（サン工業(株)様協力）

3) 実験3の結果

結果を図4に示す。すべての結果において圧壊応力値は目標値の 100MPa を超えており、金型での使用条件は満たしている。しかし、同条件で製作した試験片①や②でも強度の結果にばらつきがあった。また、試験片④の無電解めっきとの差も確認できなかった。

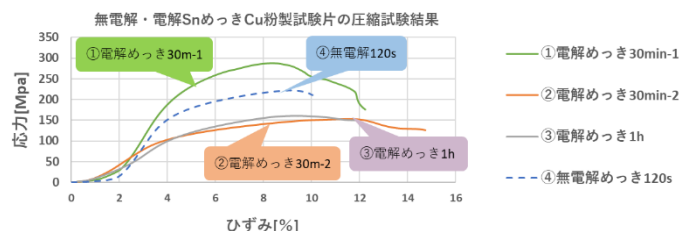


図4 無電解 Sn めっき Cu 粉、電解 Sn めっき Cu 粉で製作した試験片の圧壊応力値

4. まとめ、今後の課題

本研究で、デジタルモールド粉末冶金で使用する材料としては、粉砕法で製造した Cu 粉が適していることが分かった。また、無電解めっきと電解めっきによる Cu 粉の試験片強度の差は確認できなかった。しかし、めっき厚を厚くできる電解めっきは、Sn 層が厚くなることによる圧縮成形性向上や合金化体積の拡大が期待できるので、さらに研究が必要と考える。

「デジタルモールド粉末冶金の材料の開発 (金属粉末への電気めっき技術)」

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M18 森田雄陽

1. はじめに

射出成形用の金型を製作する新手法として、3D プリンタで造形した「樹脂製反転型」と「粉末冶金」を用いた方法（デジタルモールド粉末冶金技術）が考案されている。本研究では、この技術に用いる粉末材料の開発や、めっき膜厚にかかわるデータ収集を行った。

2. 研究内容

昨年度の研究で Cu 粉に Sn めっき処理をすることで合金層が確認できた為、本年度は Cu 粉に Sn のめっき処理する方法に注目し、Cu 粉に Sn を目標のめっき厚にする研究を行った。また、Cu 粉に Sn めっき処理をした材料(以降「めっき粉」)の活用を目的としたデータ収集および最適化のため、以下の実験を行った。

Sn めっき厚 2 μ m

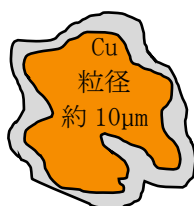


図1 めっき粉

表1 実験内容

装置製作【粉体電気めっき装置の設計・開発】
目的：電気めっきで粉体へのめっき処理をする
実験1【粉末材料へのめっき処理】
目的：電圧の違いによる粉末材料のめっき膜厚の調査
条件：めっき電圧 5V めっき時間 (0.5H, 1H) めっき電圧 3V めっき時間 (0.5H, 1H)
実験2
【めっき粉を材料とした試験片の焼結後圧縮試験】
目的：めっき厚の違いが、製品の強度に与える影響の調査

3. 結果、考察

1) 装置製作【電気めっき装置の設計・開発】

粉体電気めっき装置の設計を行った(図2)。モータによる回転動力でめっき液とCu粉のガラス瓶を回転させ、めっき処理をする。回転数や反転動作はPLC、電圧は直流安定化電源にて制御する。

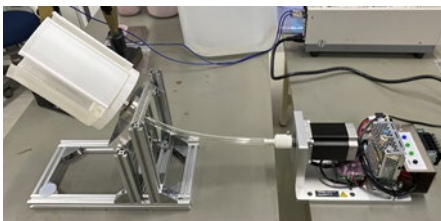


図2 粉体電気めっき装置

2) 実験1【粉末材料へのめっき処理】の結果

結果を図3, 4に示す。電圧3Vで作成しためっき時間0.5Hと1Hの結果である。この結果からめっき厚は時間に応じて正比例で増加していることが確認できた。これらの結果から、めっき電圧3V、

めっき時間1Hがめっき条件として適正であることが分かった。

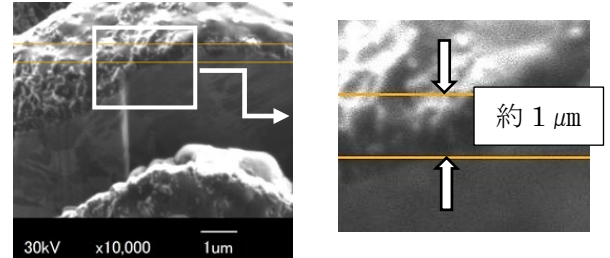


図3 めっき厚約1 μ m (めっき時間0.5H)

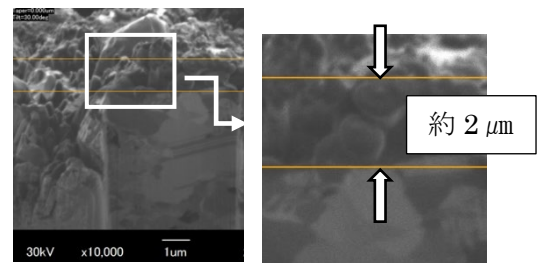


図4 めっき厚約2 μ m (めっき時間1H)

3) 実験2【めっき粉を材料とした試験片の焼結後圧縮試験】の結果

結果を図5に示す。今回はめっき電圧3V、めっき時間0.5H, 1Hでめっき処理をした材料で試験片を作成した。本研究では、樹脂型を上回る圧縮応力100MPa以上を目標としており、全ての試験片で目標値を超える結果となった。しかし、値に法則性が確認できなかった。

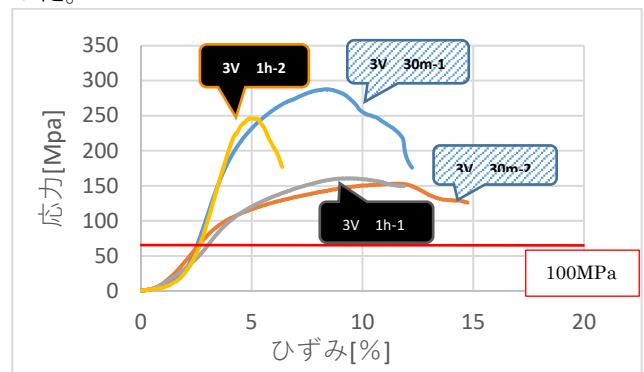


図5 めっき粉で作成した試験片の圧縮応力値

4. まとめ、今後の課題

粉体電気めっき装置を設計・開発し、粉体にめっき処理をすることができた。また目標としていた2 μ mのめっき厚を付着することもできた。しかし、部分的にめっき厚のムラがあることも確認できた。今後の研究で、Cu粉に安定しためっき厚となるめっき処理ができるように研究を進めていきたい。

「マグネット駆動によるダブルアクティングスターリングクーラーの開発」

長野県南信工科短期大学 機械システム学科
23M12 中村 璃空

1. はじめに

一般にヒーターやクーラーなどの温度調節には、電気エネルギーが用いられる。本研究では、自然エネルギーを活用し、電気エネルギーを使用しないクーラーの開発を目指す。また、構造をシンプルにすることで耐久性向上させることで、設置場所を選ばず、メンテナンスフリーなクーラーができる。

2. 研究内容

【実験 1】マグネット駆動動作確認実験

マグネット駆動によるピストンの動作を確認するために模型を作成した（図 1）。4 本のピストン位置が上端・中立・下端で、隣接するピストン同士が 90° の位相差の位置関係で動作するかを確認した。

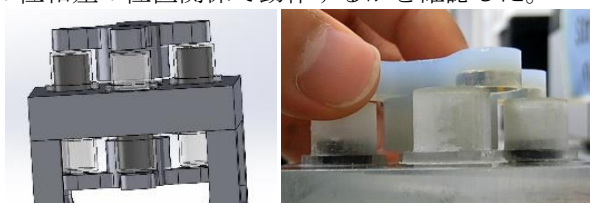


図 1 マグネット駆動動作確認実験

【実験 2】

ダブルアクティング型スターリングクーラー試作実験 1 の結果を踏まえ、配管・伝熱板・温度測定装置・動力用スピードコントローラー付き AC モータを追加して設計製作を行った。本研究では電気エネルギーを使用しないというコンセプトだが実験では基礎データの収集のためモーターを使用した。

設計の概要は以下のとおりである。

- ・ Solidworks による設計（図 2）
- ・ 3D プリンタ・旋盤・マシニングセンタによる部品加工・組立
- ・ 冷却部、発熱部、熱交換器の配管
- ・ 温度測定装置の製作（図 3）

完成した試作機を図 4 に示す。

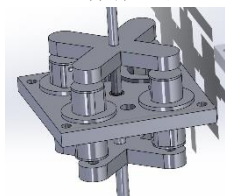


図 2 試作 CAD モデル



図 3 温度表示部



図 4 試作実験装置の全体図

「実験方法」

- ・ 発熱部と冷却部の一対のシリンダの伝熱板の温度を熱電対で測定した（図 5）。測定時間は 5 分ごと合計 30 分間とした。
- ・ モータ回転数は、動作確認時にピストンの追従性が最も良かった回転数 80min⁻¹とした。

熱交換機とは、流体の温度差を利用して熱交換をする機器で、発熱部と冷却部の温度差を発生させる効率を上げる装置である。

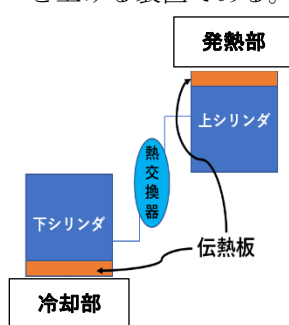


図 5 実験部概要図

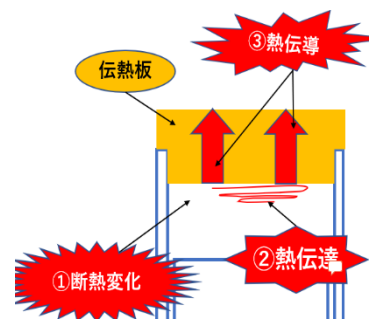


図 6 熱現象概要図

本研究における熱現象の理論値

本研究の解析に必要な熱現象を図 6 に示す。

①断熱変化

内部気体の圧縮と膨張

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\kappa-1/\kappa}$$

②熱伝達 伝熱板およびシリンダ壁面と気体の間の熱移動

③熱伝導 伝熱板内およびシリンダ壁面の熱移動

3. 結果・考察

実験 1 のマグネット駆動動作確認実験より、隣接するピストンの 90° の位相差で駆動することが確認でき、ダブルアクティング機構とマグネットによるピストン駆動については実現可能と考えられる。

実験 2 のダブルアクティング型スターリングクーラーの試作装置では十分に温度差を確認することはできなかった。この要因と対策については以下のとおりである。

- ・ 熱交換器の効率を上げる
- ・ 「シリンダ径拡大」「ピストンをショートストロークにする」などの設計見直し
- ・ 膨張や圧縮に関係の無い無駄な容積を減らす。

本研究で開発したダブルアクティング型スターリングクーラーは、設計の見直しをすることで、さらに効率を上げることができる可能性がある。今後の開発に期待が持てると考える。

「レア金属の切削切屑を再利用した装飾品材料の開発（焼結条件に関する研究）」

長野県南信工科短期大学 機械システム学科
23M05 木下 滉也

1. はじめに

装飾品の材料には様々な金属材料が使用されている。中でも Ti や Zr などのレア金属は難削材と分類される。

本研究では、Ti や Zr の切削切屑を再利用した装飾品材料の開発を行った。

2. 研究内容

切屑で制作した Ti, Zr の焼結物の機械的特性や陽極酸化反応の発色の法則などの基礎データ取得および最適化のため、以下の実験を行った。

表 1 実験内容

【実験 1】焼結温度条件の最適化実験 目的：焼結温度の変化による圧縮強度の調査 温度条件：①700℃ [973K] ②800℃ [1073K] ③820℃ [1093K] ④830℃ [1103K] ⑤840℃ [1113K] ⑥900℃ [1173K]
【実験 2】陽極酸化反応の発色の法則についての実験 目的：陽極酸化反応の発色の法則を観察し、数値化する。
【実験 3】Cu 粉による発色の影響についての実験 目的：Cu 粉を混ぜることによる酸化皮膜の発色を観察

3. 結果、考察

1) 【実験 1】焼結温度条件の最適化実験の結果

結果を図 1 に示す。材料⑥の圧壊応力値は、材料①の約 8 倍になっていた。また、焼結温度 830℃ [1103K] 以上で本研究に必要な強度が得られた。

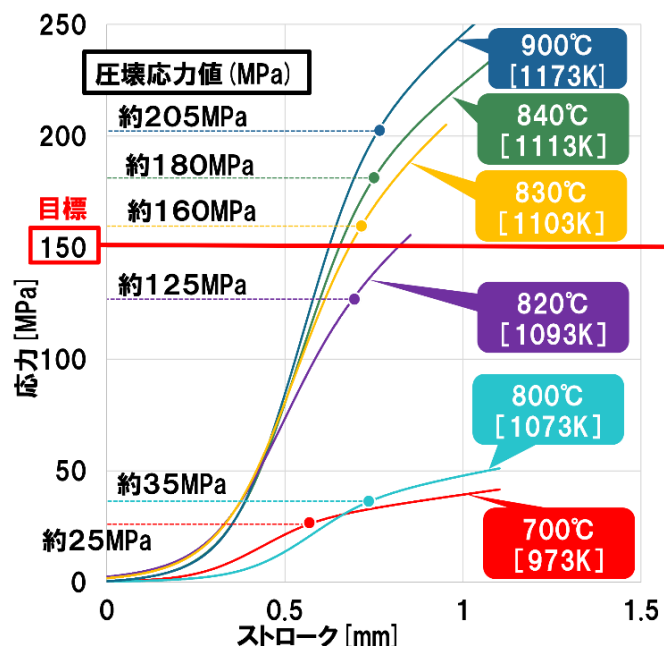


図 1 各焼結温度条件の圧壊応力

2) 【実験 2】陽極酸化反応の発色の法則についての実験の結果

結果を図 2、図 3 に示す。本研究では、Ti と Zr の陽極酸化反応による発色の違いを観察できた。

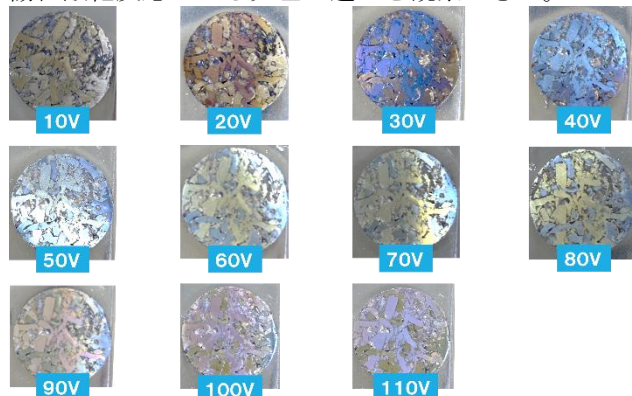


図 2 発色の様子

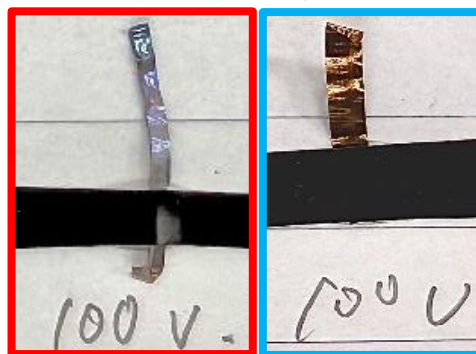


図 3 Ti (左)、Zr (右) 切屑単体試験片

3) 【実験 3】Cu 粉による発色の影響についての実験の結果

結果を図 4 に示す。試験片①では、酸化銅の青色が発色されているが、Cu 粉の割合が少ない試験片②では、紺色が発色した。これは、Ti の発色だと考察する。

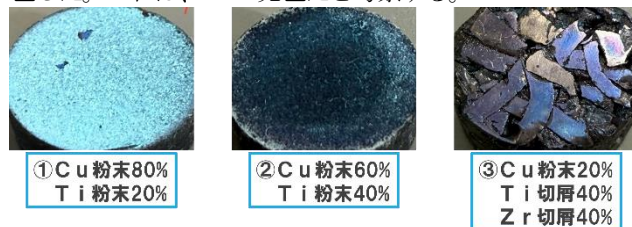


図 4 Cu 粉混合材料の陽極酸化反応結果

4. まとめ、今後の展望

Ti と Zr の切屑を利用した焼結において焼結温度 830℃ [1103K] 以上で本研究において必要な強度が得られることが分かった。また、材料ごとの陽極酸化反応の発色の違いを観察することができた。

来年度以降の研究では、酸化被膜の厚さを計測したり、境界面を観察することで、陽極酸化反応の法則を数値化することに取り組んでいきたい。

「レア金属の切削切屑を再利用した装飾品材料の開発 (材料形態に関する研究)」

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M10 土屋 洋貴

1. はじめに

装飾品の材料には様々な金属材料が使用されている。その中でも Ti(チタン)や Zr(ジルコニウム)などのレア金属の切削切屑を再利用した装飾品の材料の開発を行った。

2. 研究内容

本研究に伴い裁断機、せん断試験機の設計、製作を行った。裁断機は切屑のサイズを揃え作業性を改善するために、せん断試験機は試験片をせん断強さで評価するために設計製作をした。

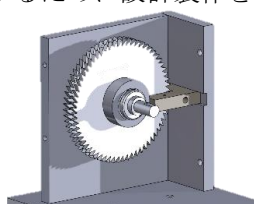


図1 裁断機の
CAD モデル

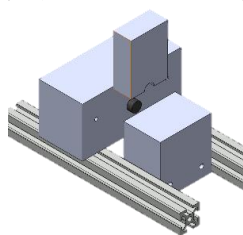


図2 せん断試験機の
CAD モデル

切屑で製作した Ti, Zr の焼結物の機械的特性や陽極酸化反応の発色の法則などの基礎データ取得を目的としたデータ収集及び最適化のため以下の実験を行った。

表1 実験内容

【実験1】切屑形態（サイズ）違いの影響 目的：製品の圧縮強さへの影響を明らかにする 切屑形態：  ①1~2mm  ②2~3.35mm  ③粉末
【実験2】Ti, Zr 切屑に Cu 粉を混合する効果 目的：製品強度や品質を向上させ、安定させる 材料：①Cu 粉末 20%Ti 切屑 40%Zr 切屑 40% ②Cu 粉末 80%Ti 粉末 20% ③Cu 粉末 60%Ti 粉末 40%
【実験3】陽極酸化反応の発色の観察 目的：陽極酸化反応の発色の法則を確認、数値化する

3. 結果、考察

1) 【実験1】切屑形態（サイズ）違いの影響

結果を図3に示す。①、②の圧縮試験の結果を見ると焼結が不十分と判断できる。

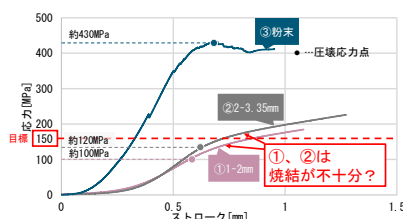


図3 切屑形態別の圧縮強さ

2) 【実験2】Ti, Zr 切屑に Cu 粉を混合する効果

結果を図4に示す。④の切屑のみに比べ Cu 粉を混合させたことによりせん断強さが約 3.5 倍になった。しかし目標値である 150 [MPa]に達していないことからさらに材料形態や配分の調整が必要だと考える。

また、②の試験片では目標の 150 [MPa]を超えていた。このことから Cu 粉を混合することでせん断強さが強くなる可能性があると考えられる。

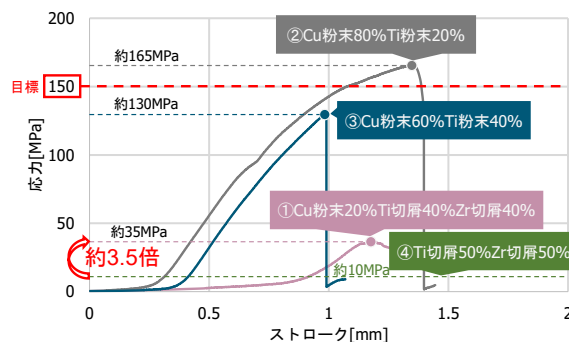


図4 Cu 粉を混合する効果

3) 陽極酸化反応の発色の観察

結果を図5に示す。電圧によって発色に変化の様子が確認できた。また同電圧において、場所によって色が異なるのは材料による発色の差があるためである。

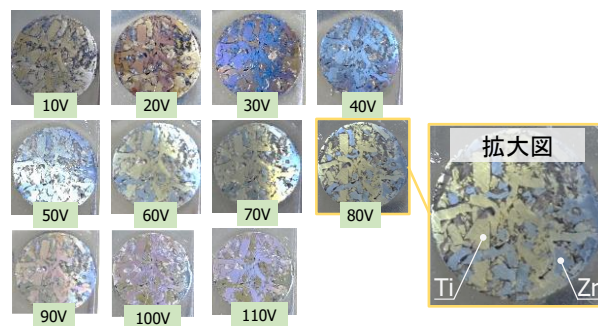


図5 陽極酸化反応の発色の様子

4. まとめ、今後の展望

切屑裁断機を設計製作することで、材料形態を揃え実験することができた。

せん断試験機を製作し、せん断強さを測定、比較することで Cu 粉混合による強度の向上効果が得られることが明らかになった。

陽極酸化反応の観察で、Ti, Zr の発色の違いが確認できた。今後、Cu 混合による発色への影響を調査する必要がある。

また Ti, Zr の切屑のみで製品強度や品質を向上させ、安定化することができなかった為、今後の研究で安定化を図っていきたい。

「協働ロボットを活用した 生産ラインの構築に関する教材の検討」

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M16 宮坂 陸空

1. はじめに

近年協働ロボットが急激に普及しており、様々な生産現場で協働ロボットを扱える人材が必要となると考えられる。そこで本研究では、協働ロボットの扱い方を学べる教材を作成することを考えた。

2. 研究内容

1) 概要

本校では昨年度協働ロボット（図1）を導入し、今年度から、産業用ロボットの特別教育を実施している。また、1年次より PLC を扱った制御実習を受ける。まずは、協働ロボットを PLC で制御することを試みた。次に協働ロボットと図2に示す FA 実習装置を連携させることを試みた。2年次の制御実習の応用課題にて既に FA 実習装置を扱っている。



図1 協働ロボット
(CRX-10iA /FANUC 株式会社)

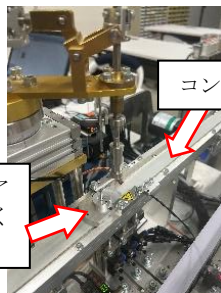


図2 FA 実習装置

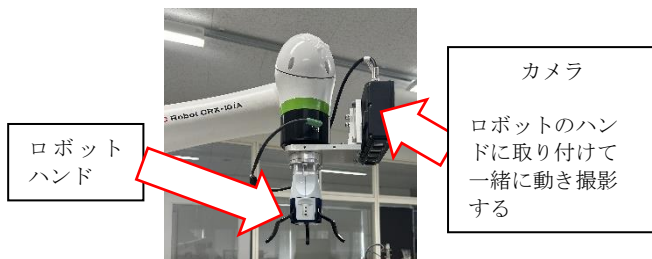


図3 ロボットに取り付けたカメラ

2) 取り組んだ内容

① ロボットの基本動作の習得

ロボットに動作を記憶させることをティーチングという。ティーチングの作業やカメラによるワークの検出の方法を確認し、ワーク搬送動作をプログラミングした。

② ロボットと PLC の接続

PLC による制御に必要なロボット専用入出力信号について確認した。今回使用した PLC は三菱電機株式会社の MELSEC-Q シリーズである。

ロボットの制御に使用する PLC や電源、スイッチなどを取り付けた制御盤を自作した。（図4）

ロボットの制御装置の扉を開けたところに図5に示す端子台が実装されている。この端子台はロボットが周辺機器と接続ときに使用するものである。これらを接続して通信の確認をした。



図4 自作した制御盤



図5 ロボット端子台

③ ロボットと FA 実習装置の連携

協働ロボットと FA 実習装置の連携は各々を制御する PLC を CC-Link を用いて通信をすることで行った。このシステムの概要を図6に示す。

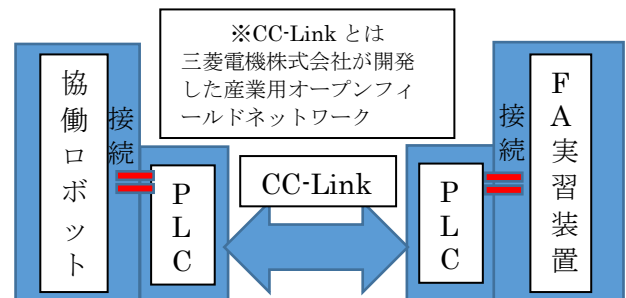


図6 協働ロボットと FA 実習装置の連携

図7に示す連携動作をプログラミングし動作確認をした。

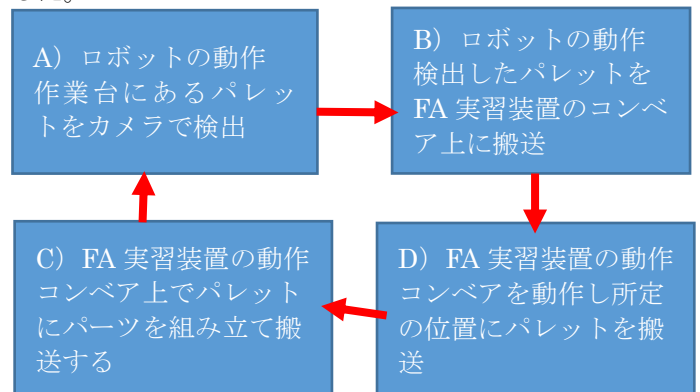


図7 FA 実習装置とロボットでの連携動作

3. まとめ

本校の PLC とロボットを接続し制御することができた。今後は操作マニュアルや実習で扱う課題の作成を行う。

「協働ロボットと NC 工作機械の連携による 自動化システムの構築に関する教材の検討」

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M11 中谷 駿佑

1. はじめに

協働ロボットとは、従来の産業用ロボットと違い安全柵なしで人のそばで安全に動作させることが可能である。人手不足の解消や生産効率の向上などの面からすでに実際の現場でも多く取り入れられている。本研究では、協働ロボットを扱える人材育成のための教材を検討する。

2. 研究内容

(1) 概要

加工現場では、ボタン操作やドアの開閉、ワークの着脱など従来人間が行ってきた作業をロボットに行なわせることで自動化を進めている。本研究では、協働ロボット（図 1）を用い、NC 工作機械（図 2）との連携を図り、自動化システムの構築を試みた。



図 1 協働ロボット
(CRX-10iA : FANUC 株式会社)



図 2 NC 工作機械
(CMX800V : DMG 森精機株式会社)

ワークのチャッキングには、図 3 に示すエアバイスを使用した。エアバイスはハンドルで締めこむのではなく、圧縮空気で行う。ロボットで機械式バルブの開閉を行い、自動化設備の環境を作った。



図 3 エアバイス

機械式バルブ
協働ロボットでスイッチを操作する

(2) 協働ロボットと NC 工作機械の連携

FANUC のロボット自動化システム【QSSR ON-SITE】を使用し、協働ロボットと NC 工作機械の連携を図った。2000 年以降にリリースした組込みイーサネット対応の機種であれば、このシステムを使用でき、ロボットと NC を LAN ケーブルで接続することで通信可能となる。

QSSR ON-SITE は NC のマクロ変数を使用し、連携をとる。ロボットは FANUC 製の特定の制御装置であればマクロ変数への読み書きが可能であり、これを活用している。

図 4 に示す通り特定のマクロ変数の値を変えることで、ロボットと NC 間で連携動作を行うことができる。

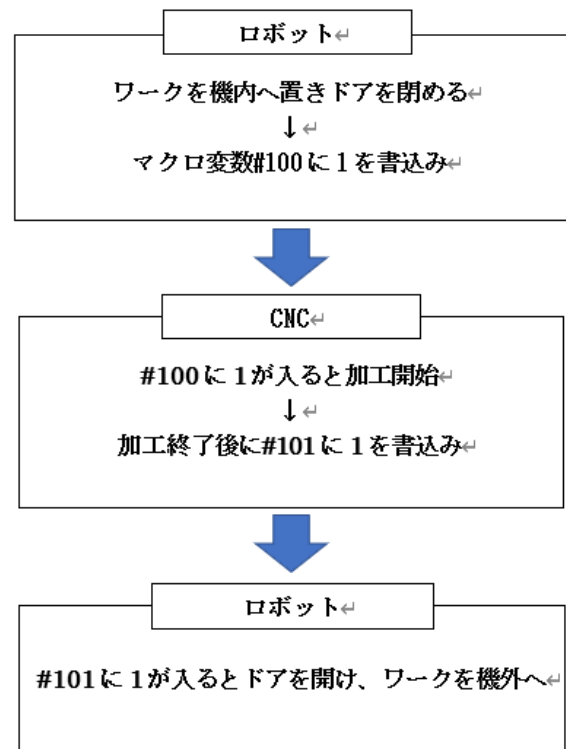


図 4 協働ロボットと NC の連携

(3) 動作内容

上記のシステムを用いて以下のような作業のプログラミングを行い、動作確認をした。

ドア開ける→ワーク運び入れ→ドア閉める→バイス閉→加工→バイス開→ドア開ける→ワーク運び出す

マクロ変数を用いて
次の動作へ移行する

3. まとめ

本校の NC 工作機械と協働ロボットを連携させ、一部の加工業務の自動化が可能であることが確認できた。今後は実習で用いるマニュアルや課題を検討する。

「自然言語で音声コミュニケーション可能な 生成 AI に基づいたロボットの開発」

長野県南信工科短期大学校 機械システム学科
23M02 岩田 康佑

1. はじめに

近年、AI(人工知能)の急速な発展とそれに伴う機械化の進行、DX(デジタルトランスフォーメーション)の進展により、理系人材の需要が急速に高まっている。一方、日本では理系への進学、就職希望者が少ない傾向にある。そこで本研究の目的は、多くの人々に理工学への興味を持ってもらい、将来の理系人材を増加させることである。本研究では、ユーザーフレンドリーな対話型ロボットを開発して、理工学の魅力を発信する。開発するロボットは、自然な会話ができること、見た目がかわいらしく親しみやすいことで、生活に溶け込むようなロボットである。このロボットによって、より多くの人々に理工学に対する関心を深めてもらい、理系人材の増加につなげることを目指す。

2. 研究内容

本研究では、ロボット開発の手段として、「スタックチャン」と呼ばれるオープンソースプロジェクトを利用する。スタックチャンは、M5Stack というマイコンを活用した対話型ロボットの開発プロジェクトであり、感情表現、音声出力、サーボモーターの駆動など、さまざまな機能を実装することができる。本研究では、このオープンソースを利用して、より魅力的なロボットの開発を目指す。図 1 は、ユーザーの音声を受け取って発話する対話型ロボットのシステム図である。

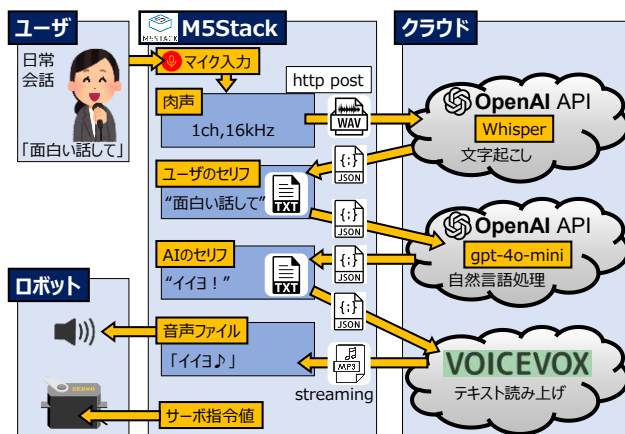


図1 スタックチャンシステム図

ここでChatGPTに、会話型ロボットとしてのSystem Role(役割)を設定する。ChatGPTの振る舞いは、System Roleと呼ばれるPrompt(指示や命令)でカスタムすることが可能である。例えば「あなたは料理の専門家です」と指令する。すると、ユーザーの回答に対して料理の専門家のように振舞って、回答文を生成することができる。本研究においては、ユーザーが食材の名称を言うと、その食材を使った人気のメニューをい

くつか読み上げてくれること、生活に溶け込むようなロボットを実現した。

さらなる魅力向上のため、視線を合わせる機能を実装した。人は、相手の瞳に自然に注目する傾向がある。ロボットにユーザと視線を合わせる機能があれば、より魅力的なロボットが実現できると考えた。図2に示すように、まず、ユーザの顔を、Webカメラによって撮影する。Processing言語によって開発したアプリケーションによって、顔認識を行う。顔認識は、OpenCVライブラリを利用した。動画内の顔の座標を、リアルタイムに取得する。この座標から、サーボの角度を計算して、この指令値をサーボへとBluetoothで送信することで、ロボットがユーザに対して振り向くことができる。

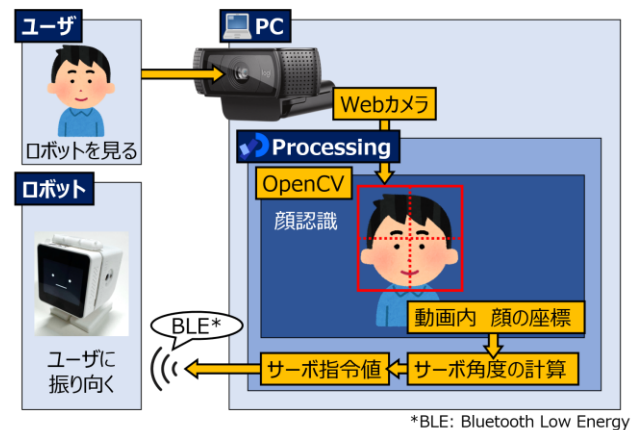


図2 ユーザに振り向くロボットのシステム

3. おわりに

図3は、ユーザに視線を合わせるロボットを実装した様子である。ユーザが動くと、ロボットもユーザの動きに応じて振り向くことを確認した。ずっとこちらを向いてくる、とてもかわいいロボットを実現した。



図3 ユーザに視線を合わせるロボット

「生成 AI を利用したあいまいな自然言語で 指令可能なロボットの開発」

長野県南信工科短期大学校 機械・生産技術科
23M04 大槻 隼

1. はじめに

現在、一般的に使用されているロボットの UI は、操作が難しい、直感性に欠ける、限られた人しか使えないといった種々の問題がある。本研究で理想とする UI 像は、直感的で、簡単で、誰でも使える UI であると考えた。本研究の目的は、誰でも簡単に直感的操作ができる UI を開発することである。

2. 開発したシステム

システムの構成を図 1 に示す。このシステムでは、クラウド上の音声認識の Speech-To-Text API および自然言語処理の OpenAI API を利用する。まず、オペレータが PC のマイクに向かって、「手前に置いて」というような曖昧に指示する。次に、Speech-to-Text API へと送信し、音声認識によって、肉声がテキストデータとして得られる。このテキストデータに、ロボットを制御するための座標系などの前提条件を、ChatGPT における System Role (役割) として付け加える。こうして出来上がった Prompt を、OpenAI API へと送信する。クラウド上で、ChatGPT がサーボの指令値を考えて出力する。この指令値をサーボへと送信することで、ロボットが動作する。

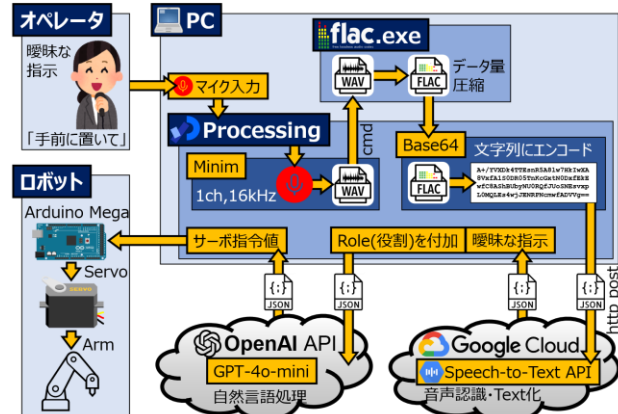


図 1 あいまいな自然言語で指令可能なロボットのシステム

3. 本研究の新規性

3.1 回答精度の向上

先行研究のプログラムでは、ChatGPT の出力に、座標以外の不要な文字が付与されることがあった。回答精度の向上手段として、System Role の形式で、ChatGPT に対してロボットのコントローラとしての役割を与えることにした。「あなたは、カンマ区切りの数字だけを使って「x_0、y_0、x_1、y_1」の形式のみで回答してください。」と明記することで、不要な文字列の出力を抑制した。また、「例えば「赤を青に置いて」と指示する。するとあなたは、「175、-25、

225、25」と回答すればよいです。」のように、複数の回答例を System Role に明記した。

3.2 会話履歴の理解

先行研究では「ひとつ前の場所へ移動して」など、時系列で状態が変わる指令をすると、正しく動作しなかった。そこで本研究では、より人間らしく指示を聞けるロボットを目指して、Prompt 履歴を ArrayList の形式で保持することで、過去のプロンプトも全部まとめて ChatGPT API に送信することにした。

4. 結果

図 2 は、開発したロボットと制御ソフトウェアである。課題であった回答精度および会話履歴の理解についてまとめる。

4.1 回答精度の向上について

System Role によって、座標以外の不要な文字の出力がなくなった。厳密に座標の数値のみが出力され、回答の精度が向上したことによって、ロボットが誤動作をせず、指示通りに動作するようになった。

4.2 会話履歴の理解について

ChatGPT が過去の Prompt 履歴を理解したうえで、最新の指令に対応することが可能になった。指令のたびに变化する作業空間に対応ができることを確認した。



図 2 開発したロボットと制御ソフトウェア

5. まとめ

数学的な座標計算ではなく、大規模言語モデルを利用することで、厳密なプログラミング言語が不要になり、あいまいな日本語で指示した通りに動作するロボットを実現した。今後の展望として、刻々と変化する作業空間へのリアルタイム対応を実現したいと考える。カメラ画像や音声といった複数の異なる情報を組み合わせ、一緒に学習させることが可能なマルチモーダル機能の活用によって可能になると考える。

「生成 AI に基づいた似顔絵彫刻のための CAM ソフトウェア開発」

長野県南信工科短期大学 機械システム学科
21M15 水上 敦之

1. 目的

一般の CNC 工作機械は、多くの訓練が必要であり、誰もが簡単に使うことはできない。知識や技能が必要で、操作が難しいからである。一方、近年では卓上工作機械分野がとて発達している。これらは、低価格で、一般的な PC で制御可能であることから、誰もが導入することは可能であるといえる。

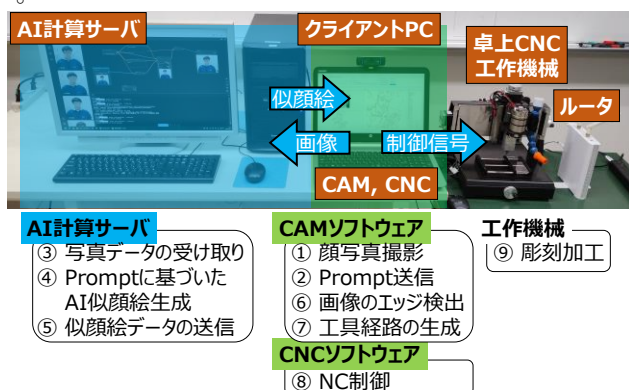
本研究は、誰でも簡単に CNC 工作機械を使えるようなシステム「パーソナル・ファブリケーション」の実現を目指す。先行研究で開発した CAM ソフトウェアを拡張し、生成 AI に基づいて似顔絵を簡単に作成し、彫刻加工ができるような加工システム(図 1)を開発する。



図 1: 似顔絵彫刻の例

2. システムの構成

システムの構成を図 1 に示す。まず、クライアント PC で撮影した顔写真を AI 計算サーバに送信し、Stable Diffusion で似顔絵を生成する。似顔絵データ受け取ったクライアント PC は似顔絵のエッジを検出し、工具経路を生成する。この加工システムはすべてローカルネットワークで構成されており、Web 上のサービスは使用していない。



3. 似顔絵と工具経路の生成

まず入力データである顔写真は、VAE エンコーダーを通して、データをより単純な形に圧縮することで、低次元の潜在空間に変換される。次に、拡散過程で画像に対して指定した強さで微小なノイズを段階的に加えることで画像は徐々にノイズに近づいていく。次に、逆拡散過程を通してノイズ画像から徐々にノイズを取り除いていき画像は元の画像に近づいていく。この際にテキストエンコーダは入力プロンプトを拡散モデルで使う潜在的なテキスト埋め込みにマッピングする。最後に VAE デコーダーで潜在

空間から画像への復元を行う。(図 2)。

図 4 は Stable Diffusion を使った似顔絵生成の結果である。入力したプロンプトによって、生成画像のテーマを任意に変化させることができる。

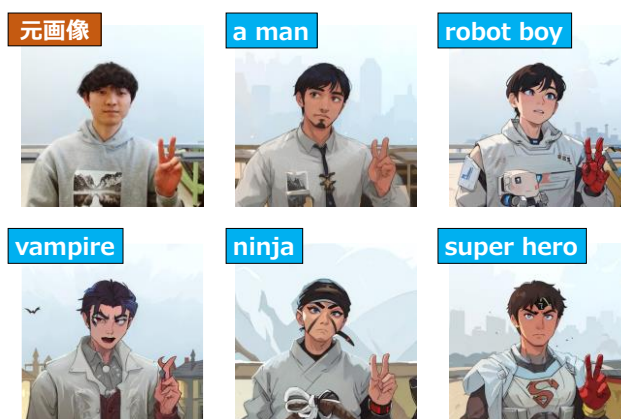
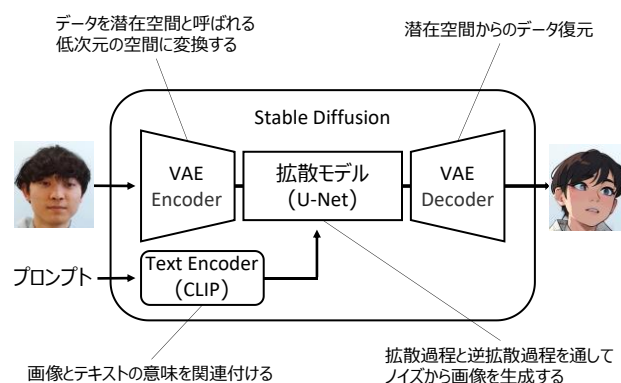


図 4: プロンプトによる変化の例

生成された似顔絵から工具経路を生成するために、エッジを検出する。今回は Canny 法を用いる。Canny 法は画像中のノイズに対して敏感なため、前処理として画像に含まれるノイズをガウシアンフィルタで削減する。次に平滑化された画像から、各画素の輝度勾配を計算し、エッジの存在を示す可能性のある画素を特定する。そして勾配方向に沿って、周辺の画素と比較し、その画素が局所的な最大値であればエッジとして判定する。

判定されたエッジ画素を切削点とすることで、工具経路を生成する。この撮像・AI 処理・工具経路生成の一連の流れは、1つの CAM ソフトウェアとして統合・実装した。

4. 結論

本研究は、誰でも簡単に CNC 工作機械を使えるようなシステム「パーソナル・ファブリケーション」の実現を目的とした。Web カメラと生成 AI を組み合わせることで、簡単に似顔絵を彫刻することが可能な CAM ソフトウェアを開発し、より工作機械に親しみやすい加工システムを実現した。