

「自動選別搬送装置」の開発

—マサイ式ドラム型選別搬送装置—

グループ1 生産機械システム技術科 ○樫村 諒 野口 理音 後藤 優希
岩瀬 瑤平 小川 昌也 湯浅 渉

1. はじめに

私たちは自動選別搬送装置の完成に向けて、2つの目標を設定した。1つ目は、応用課程2年次で行う開発課題に向けて、コミュニケーション能力の向上を図ることである。2つ目は、本実習での重点評価項目として挙げられている、コスト内で高い成功率を達成できる装置を作ることである。

2. 全体装置構成

本装置の構成を決める上で私たちは以下の3つの仕様を設定した。

- ①姿勢制御の精度を上げ、成功率99.7%を目指す。
- ②部品点数を少なくし、コスト10万円以下を目指す。
- ③SOLIDWORKSでのシミュレーションを踏まえ、ワーク1つ当たり25秒と設定し、タクトタイム2分30秒以内を目指す。

3つの仕様を踏まえ、全体の構成を姿勢制御、コスト、タクトタイムに重点をおいた。(図1参照)。

・姿勢制御

投入部は回転盤でワークを横向きに統一し、供給部へワークを送る構造となっている。供給部はワークの姿勢を整え、高さ方向の移動を少なくすることで姿勢制御を行っている。

・コスト

全体的な部品点数を少なくすることで、コストを抑えることにした。

・タクトタイム

タクトタイムの短縮は、センサを増加することにより無駄な動作を省くことで達成できる。

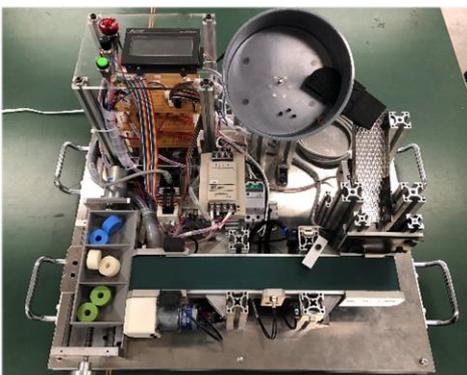


図1 装置全体

3. 投入部, 供給部, 判別部の開発

3-1 投入部

図2に投入部を示す。投入部は直径150mmのVUキャップに6本のボルトを取り付けた回転盤とDCモータと供給レールを取り付けた構造になっている。投入部に投入されたワークは回転盤のボルトに引っ掛かり、供給レールを通過して、供給部へ送られる。回転盤のボルトを調整することで、ワークは横向きの時のみ供給部へ送られる。



図2 投入部

3-2 供給部

図3に供給部, 図4に押し出し部を示す。供給部は長さ180mmのステンレス滑り板を30°で取り付けられたレールと厚さ5mmのアルミ板をリニアアクチュエータに取り付けた押し出し部とゲートで構成されている。また、押し出し部の先には、光電センサを取り付けたゲートを配置している。供給部に流れてきたワークはレールに格納される。格納されたワークは押し出し部によってゲートを通過して1つずつ判別部に送られる。また、ワークが判別部に一度に複数入らないように、ゲートにはゴム板を張っている。押し出し部は、ゲートに取り付けてあるセンサが反応することにより押し出し板を図4の矢印のように動作して、ワークを押し出す。

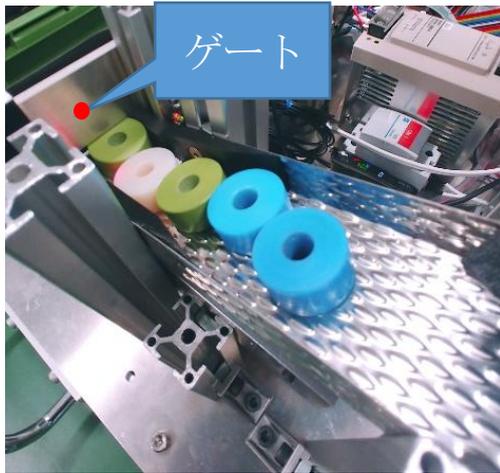


図3 供給部

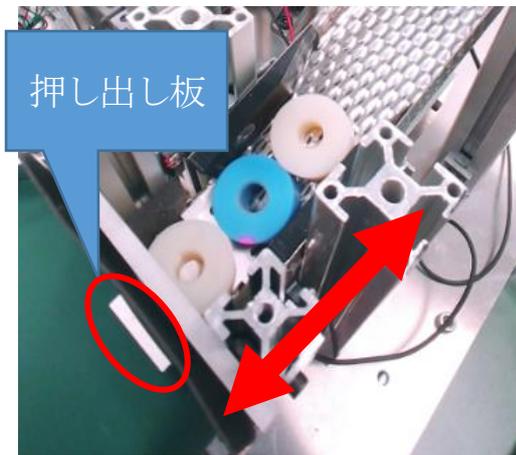


図4 押し出し部

3-3 判別部

判別部では、供給部によって押し出されたワークをベルトコンベアによって運び、カラーセンサを介することで色を判別する。

図5にワークガイドを示す。ベルトコンベアに取り付けたワークガイドは、ワークを毎回カラーセンサの作動範囲に入れることができる。これにより、カラーセンサの精度を上げ、成功率を上昇させている。



図5 ワークガイド

4. 性能評価・コスト

成功率、タクトタイムの試験を行った結果を表1に示す。試験は6つのワークを判別し正しく仕分けたら成功とした。タクトタイムはスタートしてから動作が終了するまでの時間とした。試験は100回行った。試験結果は成功率94%となり、目標の99.7%には届かない結果となった。目標達成ができなかった理由はカラーセンサの白の判別不良が5回、青の判別不良が1回といずれもカラーセンサの判別不良が原因であった。平均タクトタイムは、1分14秒となり目標の2分30秒から大きくタイムを縮める結果となった。

本装置の製作にかかったコストを表2に示す。コストは、合計68067円になり限度額の15万円を大きく下回る結果となった。

表1 試験結果

試験回数	成功率	平均タクトタイム
100回	94%	1分14秒42

表2 コスト表

応用課題予算	¥150,000
目標コスト	¥100,000
供給部	¥49,819
投入部	¥18,248
合計	¥68,067

5. おわりに

グループワークでは、グループ内での報・連・相を重視することで作業が円滑に進み目標に掲げていたコミュニケーション能力の向上ができたと考えられる。また、活動計画と実際の進行との差を定期的に話し合い、見直すことで大きな後れを回避することができた。その結果、残業をほとんどせずに装置を完成させることができた。さらに試験を100回行うことで、より信頼度の高い性能評価を行うことができた。

装置製作の反省点は、設定した3つの仕様をすべて達成することは出来なかったことである。しかし、成功率が目標値に届かなかった原因はすべてカラーセンサの判別不良であり、カラーセンサの設定を変更すれば成功率も目標値に届くのではないかと考えられる。また、コストとタクトタイムは目標に余裕を持って達成したため、全体的には完成度の高い装置を製作することができた。

今回の経験を来年度の開発課題のみならず就職後も活かしていきたい。

「自動選別搬送装置」の開発

-(気まぐれゼネバ)-

グループ2 生産機械システム技術科 ○小見凌平 大塚旭 落合哲也 片山左京 小橋大地 田村幸大

1. はじめに

今回の課題では各班が同じ部品加工，制御を行いワークの種類を判別して仕分けができる「共通課題」と，グループごとに設計を行ったワーク投入部とワーク供給部を作る「応用課題」の2つに分かれて製作を行う。

私たちは，標準課題を通して各個人の設計，加工，制御，組み立ての各分野における実力をつけ，技能・技術の向上を目的とした。

2. 全体装置構成

装置は投入部，ゼネバ歯車機構，供給部，判別部，仕分部の5つの工程で構成されている。そのうちの判別部・仕分け部が共通課題，投入部・供給部が応用課題となっている。装置の全体構成を図1に示す。

投入部でワークをランダムに6個投入する6個のワークの向きを揃え詰まることなくゼネバ歯車に排出する。

ゼネバ歯車でワークを一つ一つ確実にベルトコンベアへと排出する。

供給部であるベルトコンベアでワークを運びV字屋根でワークの向きと位置を整える

判別部のベルトコンベアでセンサによりワークを判別する。判別されたワークは一軸テーブルに取り付けられた仕分部であるボックスで各色に分けられる構造になっている。

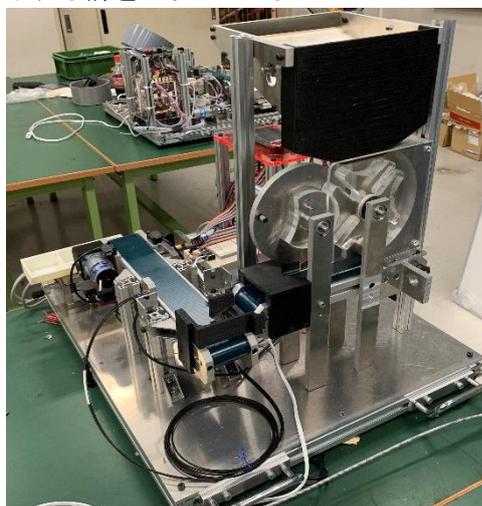


図1 装置全体図

3. 投入部,ゼネバ歯車機構,供給部の開発

応用課題の基本構成は投入部と供給部の2つで構成されている。私たちのグループではアイデアを出し合い多数決をとり投入部と供給部とは別にゼネバ歯車機構を製作した。

3-1 投入部

主に3Dプリンタを使用し，投入部を製作した。

この中にワークをランダムに6個投入する大量の三角を回すことでワークの向きを一定にする。よって詰まることなくゼネバ歯車に供給される。

三角の羽を回すスピードは可変抵抗器によって回転数が制御されている。

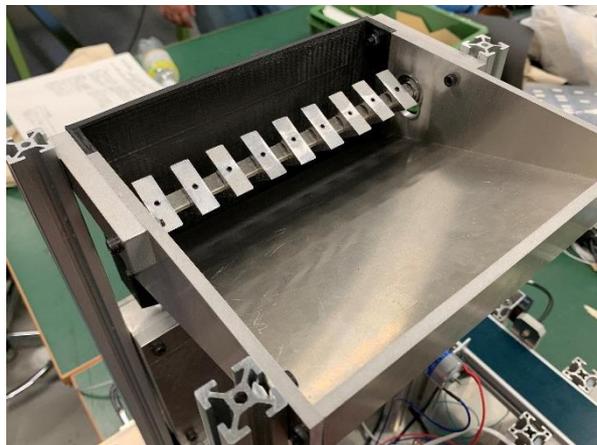


図2 投入部

3-2 ゼネバ歯車機構

主にワイヤカットを使用しゼネバ歯車機構を製作した。

ゼネバ歯車は一つ一つ確実にワークを排出する。原動車にはピンが付いていて従動車のスロットに入り込んで回転させる。

原動車の上部は従動車が停止中に動かないよう三日月の形状とした。

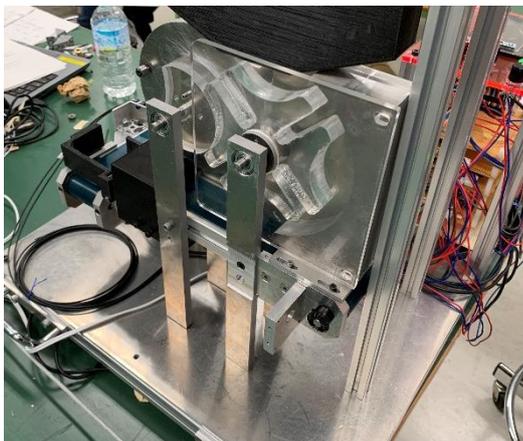


図3 ゼネバユニット



図4 ゼネバ歯車

3-3 供給部

主に3Dプリンタと正面フライス盤使用し、供給部を製作した。

共通課題のベルトコンベアと似たベルトコンベアを製作した。

ゼネバ歯車から送られてきたワークをベルトコンベアで運びワークの向きと位置を整えるためにセンサなどの制御を用いらず、V字屋根を付けて整える。

そして判別部のベルトコンベアへと送る
V字屋根は3Dプリンタで作成した

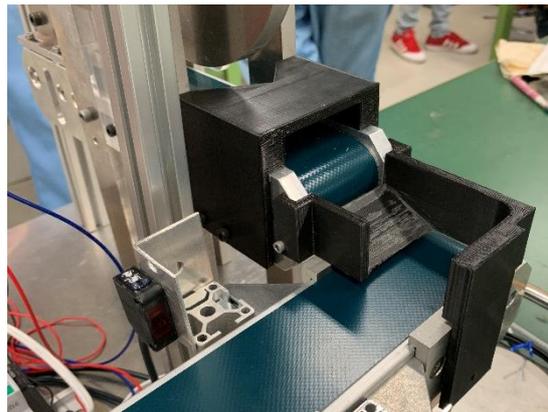


図5 供給部

4. 性能評価・コスト

現未完成

コストは素材購入が23,658円、部品費が58,883円で合計83,256円かかった。

残業費は8,7600円かかった。

5. おわりに

標準課題を通し、設計・加工・制御・組み立て調整を行うことで、各個人のスキルが高まり、加工や制御の知識や技術が向上した。グループ全体でのコミュニケーションで連携力が高められた。

しかし、構想から大幅に変更点が多く加工が増えてしまい時間外での作業が多くなってしまった。また、制御面でも学習不足な面が多く労苦した。これらは構想を練るところで一人のメンバーに頼っていた為だと考えられた。加工者にはかなりの負担がかかってしまった。

標準課題で得たことを今後の開発課題だけでなく、就職後も活かしていきたい。

最後に、お世話になった先生方にこの場を借りて感謝申し上げます。

「自動選別搬送装置」の開発

～前年度に例のない機構への挑戦(Big Tree)～

グループ〇 生産機械システム技術科 〇大木謙一 伊花一行 岩上拓也
植木俊輔 小林泰河 佐藤拓海

1. はじめに

私たちのグループでは、「成功率」と「低コスト」の2つのコンセプトの他に、「前年度に例のない機構への挑戦」という3つ目のコンセプトを掲げて装置の製作に取り組んだ。

この「前年度に例のない機構への挑戦」を通して各個人の設計力を中心に、加工、制御、組み立てなどの技能・技術の向上を目的とする。

2. 全体装置構成

装置は投入部・姿勢制御部・供給部・判別部・仕分け部の5つの工程によってワークが仕分けされる構成とした。そのうちの判別部・仕分け部が共通課題、投入部・姿勢制御部・供給部が応用課題となっている。装置の全体構成を図1に示す。

また、前述の「前年度に例のない機構への挑戦」というコンセプトのもと、姿勢制御部と供給部の設計を行った。

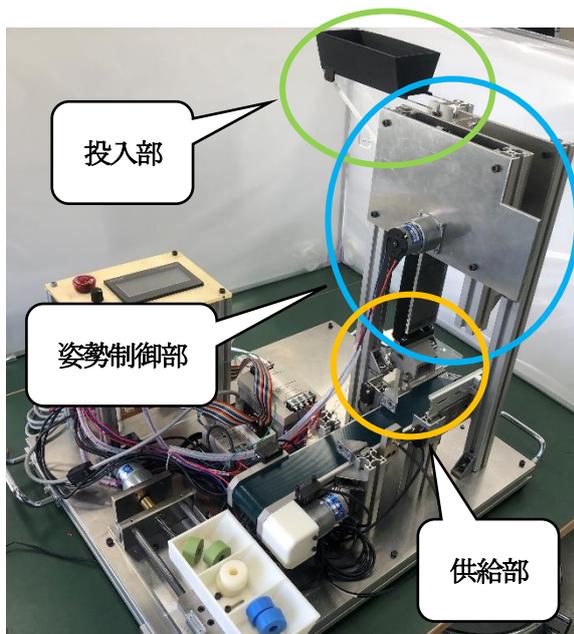


図1 装置全体図

3. 投入部および供給部の開発

3-1 投入部

6つの無造作に投入したワークはホッパーに投入され、スライダにワークを送る。スライダでは、姿勢制御部に多量のワークが一度に降下しないこととスライダでワークが詰まらない幅にする必要があったため、ワーク直径30mmより少し大きく、50mm幅にした。

投入部の加工方法としては、ホッパー(図2)を3Dプリンタで製作し、スライダ(図3)は厚さ5mmのアクリル板をレーザー加工で製作した。

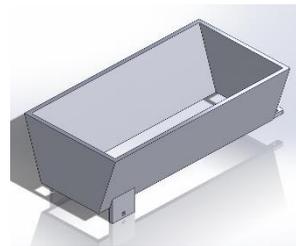


図2 ホッパー

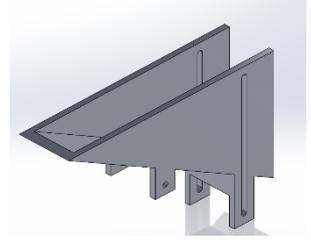


図3 スライダ

3-2 姿勢制御部

投入部から降下してきたワークをモーターで回転する回転羽によって立てた姿勢に変える。モーターの回転は下から上へと回転して、ワークの詰まりを解消する。立てている状態になったワークは、直下のタワーへと排出され、ここで一時保存される。(図5)

タワーは立てた姿勢で落下してきたワークを1つずつ縦に重ねて保管する役割を持つ。

アクチュエータはDCギアードモーター(ツカサ05L-AMD-150-KA 24V 減速比1/150)を使用した。また、回転羽は羽と本体を別々に3Dプリンタで製作し、羽の形状変更が容易になるように設計した。

回転羽の製作については、3Dプリンタを使用し、図4の(2)のような試作品を製作した。この試作品の問題点として、羽間の距離が小さく、羽の取り付けのし辛さやワーク姿勢が上手く変わらないという点があった。この問題点を改良したのが図4の(1)で示す回転羽である。また、この改良した回転羽は羽の厚さを、2mmから4mmに変えて強度を上げた。

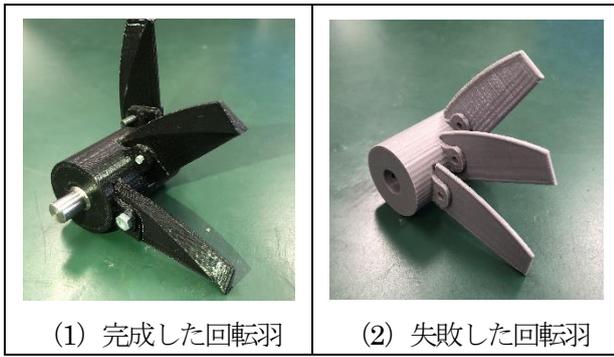


図4 完成と失敗した回転羽

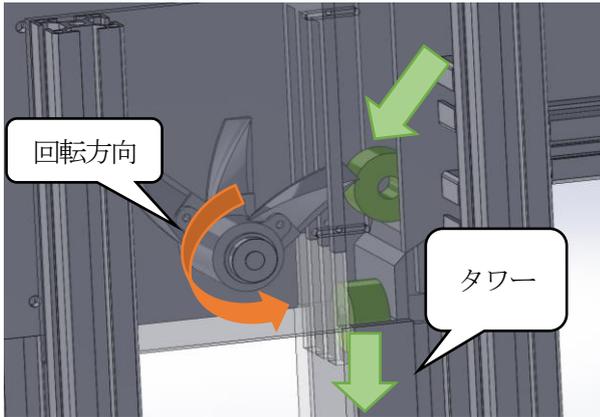


図5 回転羽によって姿勢が立つ様子

3-3 供給部

タワーで一時的に格納されたワークは、タワーの下部に直結されている個別排出部へ落下する。個別排出部に入ったワークは、ロータリソレノイドに取り付けられたアルミ板が 67.5° 回転することによって、ベルトコンベアの方へと押し出される。(図6)このとき、水平から約 30° の角度の坂を滑り落ちるため、ワークの姿勢が縦向きから横向きに姿勢の変更がされてベルトコンベアに供給される。このため、供給部はワークを1つずつ供給する役割と姿勢を横向きにする役割の2つの役割がある。

ロータリソレノイドは3EL67.5-32×4×6×10(新電元)を使用し、個別排出部は3Dプリンタで製作した。

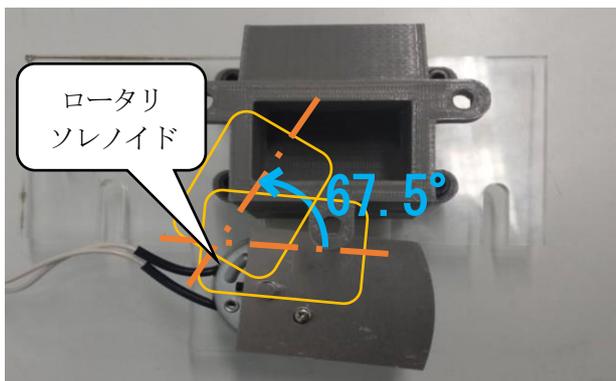


図6 ロータリソレノイドの動き

4. 性能評価・コスト

表1に性能評価を示す。

表1 性能評価

	装置性能
平均タクトタイム (S)	63
試行回数 (回)	30
成功率 (%)	86%

表2にコストを示す。

表2 コスト

項目	品目	小計 (円)
素材購入費"	アルミフレーム	3,200
	アルミプレート	6,000
	アクリル板	3,200
	磨き棒 SUS304	1,500
	3D プリンタ用材料 (MakerBot 用)	5,287
部品費	ロータリソレノイド	7,560
	モーター	5,300
	その他	14,030
予算(円)		150,000
合計(円)		46,077

5. おわりに

初めに掲げたコンセプトである「低コスト」は、予算 150,000 円のところ、材料費のみで 46,077 円と予算の 3 分の 1 以下となった。しかし成功率が 100% にならなかった。その原因として、まずスライダにワークが詰まってしまったことと、個別排出部でワークの姿勢が上手く変えられなかったことにある。スライダの問題は、スライダの幅がワーク 2 つ分の直径より小さく製作したことで起こったため、スライダの幅を 50 mm 以上にする事で解決すると考えた。個別排出部の問題は、ベルトコンベアと個別排出部の高さの差が大きくなったことで起こるため、その差を小さく設計することで解決すると考えた。

標準課題を通して、各個人の設計、加工、制御、組み立てなどの技能・技術の向上と、グループワークのコミュニケーションの重要性を学ぶことができた。しかし、装置の設計の練り直しや調整に考えていた以上の時間を費やすことになり、全体的に予定より遅れてしまった。

この経験を、開発課題や就職活動、また就職後も生かしていきたい。

「自動選別搬送装置」の開発

-松井は僕たちの心の中に(マツイ号)-

グループ4 生産機械システム技術科 ○松田 晃人 落合 武 河信 圭悟
本村 大地 松井 辰健

1. はじめに

標準課題実習を通して課題に対する正確な理解力、設計、加工、組立、制御、調整等の各分野における実力を高め、一人一人が主体的にものづくりの実践能力を伸ばす。装置のコンセプトとしては、「成功率」と「コスト」の他に「作ってわくわく」というような装置を開発した。

2. グループ方針

G4 では標準課題実習を進めるにあたって、ものづくり以外のスキルも伸ばすべく、以下の方針を設定した。

2-1 各自の能力を伸ばす

標準課題実習の狙いの一つとして「各人の専門性と相互の協力・研鑽」とある。そのため一人一人が明確な役割を持ち、責任を持って取り組むことで、各人の能力の向上を図る。また、それらを踏まえて今後活かせるような取り組みを心掛ける。

2-2 コスト意識と時間管理

標準課題実習では、コスト意識と時間管理が求められている。これらの能力は今後、開発活動を行う上で必要となるため、そのことを意識して習得を目指した。また、標準課題実習では、授業数が非常に少ないため、限られた時間の中で生産性の高い作業を行うことが求められる。

2-3 報連相の徹底

上記より生産性を高める取り組みとしては、グループ内での情報共有の徹底が重要であると考えた。例えば、他のメンバーの作業に問題があった場合に、迅速かつ正確にフィードバックを行うことで、より効率よく作業を行うことができる。

3. 全体装置構成

ワークの流れは、投入部→接続部→供給部→判別部→選別部である。また、製品を正面から見たとき左奥を制御部とした。装置の仕様を表1に全体図を図1,2に示す。

表1 装置仕様

項目	仕様 [mm]
全体 (マツイ号)	幅：600,奥行き：500,高さ：540
投入部 (坂上くん)	幅：320,奥行き：140,高さ：370
供給部 (坂下くん)	幅：220,奥行き：350,高さ：480

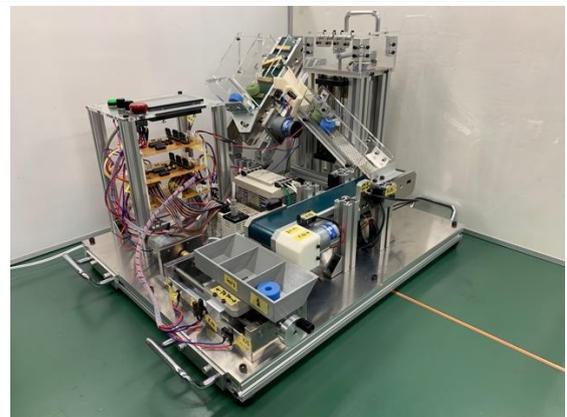


図1 装置全体

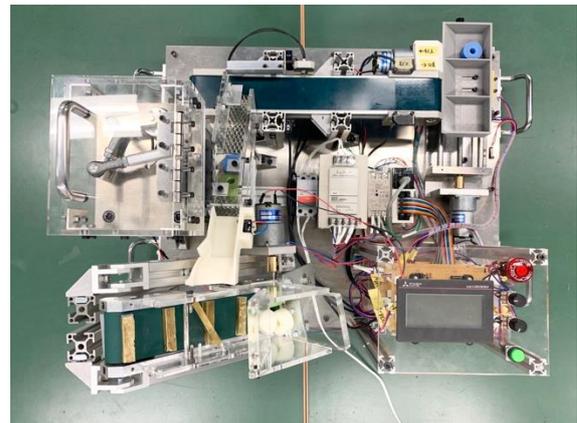


図2 装置全体

4. 投入部および供給部の開発

各人が機構の着想を行い、装置の性能や特徴を踏まえてプレゼンを行った。集められたアイデアはグループ内で議論を深め、全員が納得するような装置を開発した。

4-1 投入部

投入部ではワークに対し、姿勢制御することを目的とした。

装置の流れは、投入したワークがベルトコンベアによって上方に運ばれる。運ばれたワークはガイドに接触し、出口から接続部へと排出される。図3に投入部を示す。

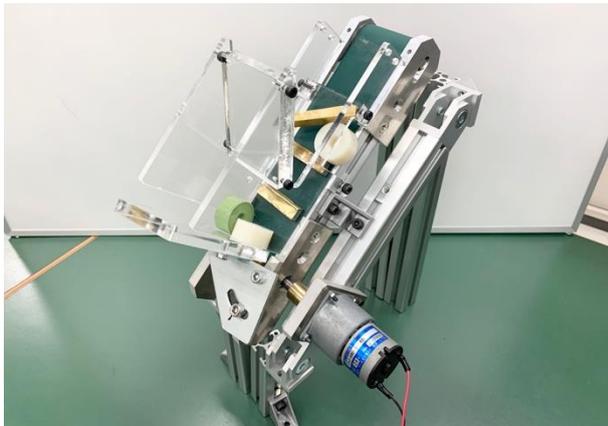


図3 投入部(坂上くん)

4-2 供給部

供給部ではワークを一つ一つ運ぶことを目的とした。まず、接続部から供給されたワークは、滑り板へと運ばれる。滑り板で落下するワークはアームによって保持され、2つの歯車の動きにより、アームが互い違いに回転し、一つ一つワークが滑り落ちるような流れである。図4に供給部を示す。



図4 供給部 (坂下くん)

5. 性能評価・コスト

5-1 成功率

表2に示す通り、成功率は目標には達しなかった。この原因は試作段階と完成品の環境の誤差による細かいエラーの集合だと考えられる

表2 成功率

目標成功率	100%
成功率	75%

5-2 タクトタイム,リードタイム

タクトタイム,リードタイムの比較対象をそれぞれ表3に示す。昨年と比べて、それと比較することで

性能を客観的に評価した。

表3 リードタイム,タクトタイム

昨年の平均タクトタイム	約23秒
タクトタイム	21秒
昨年の平均リードタイム	約77秒
リードタイム	96秒

5-3 コスト

コストを抑える取り組みとして3Dプリンタを用いた複雑形状をできるだけ避け、機械加工による製作を中心として行った。コストを表4の通りに示す。

表4 コスト

予算	15万円
費用	71,651円

6. 年間スケジュール

標準課題実習の授業日数が20日と大変限られた日数であったため、それを踏まえ、年間のスケジュールを立てていった。スケジュールが遅れてしまった原因として、詳細設計に大きく時間を割いてしまったことが挙げられる。しかし詳細設計によって後の加工や組み立てに至っては、順調に足を運ぶことができた。全体的なスケジュールの見立てが甘かったことは今後の装置製作にも活かしていきたい。年間スケジュールと実績を図5に示す。



図5 標準課題実習スケジュール

7. おわりに

G4の方針である3つの項目に関しては項目ごとに差異が見られた。1つ目に関しては、グループ全体で各個人が長所を生かして製作に取り組むことで、ものづくりの技能・技術の向上や各自の役割を全うすることができた。2つ目に関しては、「より安く」ということを念頭に置いて設計ができたのでコスト意識は達成できた。しかし時間管理については、進歩の遅れや多くの残業をしてしまったため見直す点も多いと考えられる。3つ目に関しては、メンバー全員が他の作業者が何を行っているかを把握できたので、十分に達成できたと思われる。

この経験を次年度の開発課題で十分に発揮するとともに、グループの中心となれるような人材として活躍できるように励みたい。

「自動選別搬送装置」の開発

－スクリーフィーダを用いた自動選別搬送装置の製作(SFC)－

グループ5 生産機械システム技術科 ○猪野 照高 稲川 拓希 土屋 博諒
成瀬 丈児 内田 雄太

1. はじめに

本装置は、投入部、供給部、判別部、選別部により構成されている。

当グループの開発する装置のコンセプトは、「これまでに無いスタイルの物」と「低コストを実現する」ことである。毎年標準課題においてあまり例のみないスクリー部品(図 1.1)を採用することとした。また、低コスト実現のために部品の多くは自分たちで加工したことである。

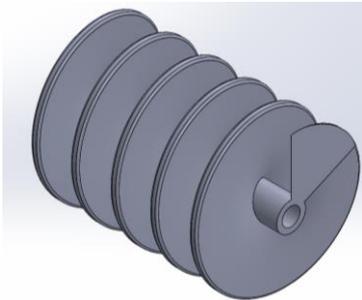


図 1.1 スクリュー部品

2. 開発仕様

成功率は1サイクル6個のワークを仕分けするものとする。表 2.1 は当グループの開発仕様である。

表 2.1 開発仕様

項目	仕様
成功率	30 サイクルのうち 27 サイクル成功
コスト	7 万円以内

3. 装置の概要

ワークの一連の流れを説明する。投入部にワークを投入しスクリーによって供給部へ送られディスク部によりワーク判別部へと運ばれ仕分けボックスに仕分けられる(図 3.1 参照)。

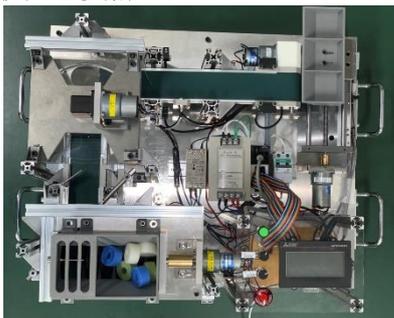


図 3.1 装置全体

以下、各部の詳細説明をする。

3-1. ワーク投入部

6 個のワークすべてを誰もが一度に投入しやすいようワーク投入部の開口面積を 7056 mm²と大きくした。

ワークはスクリーの上部に乗りスライドさせ移動させる。

投入部内部(図 3.2)のスクリーは、モータによって駆動し、一度に投入されたワークを 1 個または 2 個ずつワーク供給部に送り出す働きをする。

一度に多くのワークが供給されることで姿勢制御が追い付かずワークが詰まってしまう。

モータの回転を一定間隔で停止させることで上記の働きを可能にした。

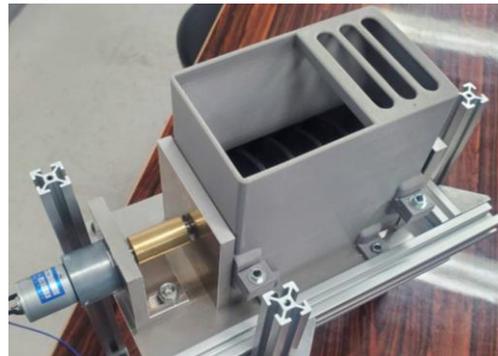


図 3.2 投入部全体

3-2. ワーク供給部 (姿勢制御部)

投入部から送られてきたワークの姿勢を整えて送り出すことを目的とした。姿勢を整えるために姿勢制御棒をとりつけることで、ベルトコンベアとの間でワークにかかる力の向きを変化させ、ワークを倒した状態でディスク部に供給していく。倒したワークは整流板により一列に並べる(図 3.3 参照)。

また、一定間隔でベルトコンベアを逆転させることによりワークが詰まる可能性を低減させた。



図 3.3 姿勢制御部

3-3. ワーク供給部 (ディスク部)

ディスク部(図 3.4)はワークを判別部に一つずつ送り込む目的を持っている。

姿勢を整えられたワークは、切り欠きのあるディスク(図 3.5)により回転して選別部へと送り出される。図 3.3 のベルトコンベア側でワークを拾ってから 180 度回転した位置でワークが落ちるようになっておりワークの進行方向を 90 度変えることに成功した。

ワークを送り出すタイミングは、「判別部にはワークが同時に二つ入らない」という仕様を順守するために、一つの判別が終了してから動き出すように制御した。ディスクは可変抵抗により回転数を調整可能である。



図 3.4 ディスク部

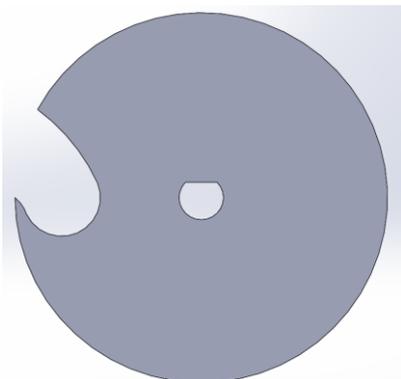


図 3.5 ディスクモデル図

3-4. 判別部

判別部(図 3.6)はディスク部から一つずつ送られてきたワークを光電センサとカラーセンサを用いてワークの色を判別し、所定の位置に仕分けを行う。

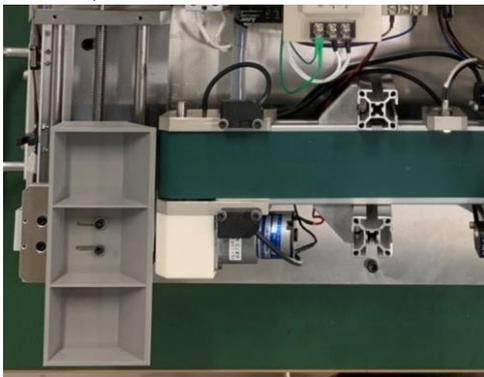


図 3.6 判別部

4. 制御部

制御部は、装置の仕様より PLC を用い、SFC により制御プログラムを作成する。本装置の応用課題で製作する部分ではセンサやアクチュエータ等を使用せず、DC モータのみを利用したものとなっている為、共通課題にある光電センサや SFC 内にタイマ回路を利用してワークを供給するようにした。

5. 安全性

歯車がむき出しの状態を防ぐため 3D プリンターで作成したカバー(図 5.1)を取り付けることで装置の安全性を高めた。

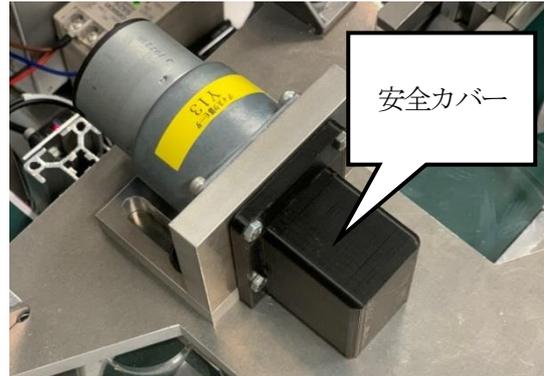


図 5.1 安全カバー

6. 性能評価

組み立て後、再加工やプログラムの修正を行い最終的な性能評価を表 6.1 に示す。成功率は 30 サイクル中 29 サイクル成功した。

さらに、開発仕様で定めたコスト 7 万円以内を達成することができた。

表 6.1 性能評価

項目	完成装置	評価
成功率	29/30 サイクル	97%
タクトタイム	1:15:76	
コスト	63,131 円	-6,869 円

7. おわりに

この課題を通して、設計・加工・組立・制御など各分野の知識・技能を高めることができた。本課題の目的である、課題を正確に理解し、コスト意識を持って物作りを行える実践能力を身に着けることが出来たと考える。

また、チーム内での話し合いの時間を多く取り、個々の気づいた改善点をチーム全体として理解し、それを装置に反映することで、装置としての完成度を高めることができた。今回の経験を活かし、開発課題や卒業後、企業での生産活動においても欠かせぬ人材になれる様、今後も精進したい。