

課題情報シート

| | | | | | |
|----------|-------------------|--------|-----------|------|--------------|
| テーマ名 : | ペットボトルキャップ分別装置の開発 | | | | |
| 担当指導員名 : | 仲宗根 喜長 | 実施年度 : | 23 年度 | | |
| 施設名 : | 沖縄職業能力開発大学校 | | | | |
| 課程名 : | 応用課程 | 訓練科名 : | 生産システム技術系 | | |
| 課題の区分 : | 開発課題 | 学生数 : | 7 | 時間 : | 54 単位 (972h) |

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

機械の学生は、工程各部の機械設計・製作を割当て、各工程に必要な仕様を満足する構想設計及び実験を繰り返し行なわせ、設計製作を行わせました。電子および情報の学生は、当初は最優先要求事項であるゴムパッキン有無検出の方法を考案・実験を繰り返し行わせ、検出方法を決定させました。その後は、下記（学生の内訳）のとおり割振りを行い、製作を行わせました。各工程開発のポイントとなる部分は以下の通りです。

① 供給・整列部

大量のキャップを少量ずつ取り出す工夫が必要となります。さらに取り出したキャップを横方向に寝かせて整列させる工夫が必要となります。キャップが立ってしまう部分は上部をカバーで覆ってしまうのがポイントです。

② 標準サイズ以外のキャップ分別部

キャップを一個ずつ送り出す機構、および口径を判別するセンサの選定が必要となります。

③ 裏面整列部

次工程で、キャップ内部のゴムパッキン有無判別を行うことから、裏面に整列させる必要があります。本工程での設計のポイントは、モータなどのアクチュエータは使用せず、2つのベルトコンベアの段差及び反転を補助する突起板を利用したところです。

④ ゴムパッキン有無分別部

各種センサによる判別、音解析による判別等を試みましたがいずれも難しく、結果としてキャップ底部の厚みによる判別となりました。その他の判別方法を検討させるのも良いと思います。本工程での設計のポイントは、キャップの固定方法および検出棒の上下移動方法、センサの組合せです。

⑤ 表面整列部

次工程で、キャップ表面のシール有無判別を行うことから、表面に整列させる必要があります。本工程での設計のポイントは、ベルトコンベアの端部をカバーで覆い、カバー面に沿って反転させたところです。

⑥ シール有無分別部

キャップ面図柄の画像処理による判別を検討しましたが、キャップの種類、シールや値札

の種類、シールではなくキャップ面への印刷等、かなりの種類になることから難しいと判断しました。本装置では、レーザ光線の照射で現れるシール縁直線部の撮影、および画像処理による直線部の判別となりました。その他の判別方法を検討させるのも良いと思います。

【学生数の内訳】

機械設計・加工・組立：3名（機械の学生）、PLC 制御盤設計製作・PIC 回路設計製作・プログラム：2名（電子の学生）、パソコン-PLC 間の通信・パソコンモニタ画面・シール判別画像処理：2名（情報の学生）

【訓練（指導）のポイント】

QAB で取組んでいる「キャップリサイクルプロジェクト」および、依頼されている装置の要求事項を把握させる必要があります。また、同様な装置が特許申請されていないか、開発する装置の市場性はあるか等の調査を行わせ、開発の有効性・必要性を理解させました。

学生の各役割として、リーダー、サブリーダー、記録担当、物品購入担当を割当て、それぞれが責任を持った取組を行わせ、リーダーを中心とした毎日のミーティング、教員も参加した週1回のミーティングを行わせました。大日程表（年間）、小日程表（月または週）、各課題の進捗表を作成させ、常に進捗管理を行いました。

各発表会（テーマ発表会、中間発表会、ポリテックビジョン発表会、最終発表会）の内容については、全員の統一認識となるよう時間をかけて議論させ、まとめさせました。また原稿作成、発表者についても、できるだけ全員が経験できるように割振りをさせました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 沖縄職業能力開発大学校
住所 : 〒904-2141 沖縄県沖縄市池原 2994-2
電話番号 : 098-934-6282（代表）
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/okinawa/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

ペットボトルキャップ分別装置の開発

沖縄職業能力開発大学校

1. はじめに

琉球朝日放送株式会社(以下「QAB」と略す)ではエコ活動の一環として、『QAB キャップリサイクルプロジェクト』を行っている。そのリサイクルプロジェクトの手順は、①沖縄県内の個人・企業が集積したキャップをQAB に集積、その際にゴムパッキン有り無しの分別、さらにキャンペーンシール・値札シールは剥がしたのみ受け付ける。②QAB に集積されたキャップは、県内協力企業の車両にて搬送。③同じく県内協力企業にて原材料化(破碎)、再製品化(リサイクル)している。一ヶ月間にQAB に運び込まれてくるキャップは、約500~1000kg で、上記①の方針に反し、分別がきちんと完了しているものは2~3割程度である。そのため分別されていないキャップは社員が空いた時間に手作業で分別している。このような理由からQABよりペットボトルキャップ分別装置についての相談があり、開発課題として取り組むこととなった。

2. 現状の分析

2.1 ゴムパッキン有無の分別

キャップは大きく分けてゴムパッキン有り無しの2種類があり、それぞれリサイクル方法が異なり、混在しているとリサイクルができない。ゴムパッキンなしのキャップ(図1 左)は破碎してプラスチック製品にリサイクルされる。ゴムパッキン有りのキャップ(図1 右)はゴムパッキンが接着されており、除去ができない。プラスチック製品へのリサイクルは不可能のため、特殊な装置を用いてガソリンに戻す。



図1 ペットボトルキャップの種類

2.2 シール有無の分別

値札やキャンペーンシールは紙なので、キャップに付着しているとプラスチックにもガソリンにもリサイクルできない。したがってシール有無の分別または、シール剥がしを要する。



図2 キャンペーンシール

2.3 市場性

神奈川県にあるエコキャップ推進協会に話を伺ったところ、全国各地から送られてきたキャップは、リサイクル業者によって手作業で分別を行っている。また、キャップ分別装置の企画案は他大学にもあるが実現化には至っていない。したがって全国的に取り組まれているこのような活動から、本装置開発後の市場性は見込めると思われる。

3. 現状の分析

装置に必要な要求項目をQAB より提示してもらい、構想設計において各種実験の検証結果より、今回開発した装置の基本仕様を決定した(表1)。

表1 基本設計仕様

| 項目 | 摘要 |
|-------|-----------------------|
| 大きさ | W960mm×D900mm×H1500mm |
| 質量 | 約 150kg |
| 電源 | AC100V |
| 制御方法 | PLC 制御, 画像処理 |
| 分別対象物 | ペットボトルキャップ |
| 使用者 | 琉球朝日放送(QAB) |
| 設置場所 | 琉球朝日放送内(移動可) |

| 項目 | 摘要 |
|----|---|
| 機能 | ①1回の投入量は約2000個(約5kg) ②低キャップ, 大小口径キャップの排除 ③ゴムパッキン有無の分別 ④シール有無の分別 ⑤モニタによる紹介 ・QAB キャップリサイクルプロジェクト ・本装置の概要 ・処理状況 ⑥外部より処理工程を目視可能 |

4. 装置概要

今回製作した装置を図3に示す.



図3 製作した装置

本装置の処理工程は[投入]→[供給]→[整列]→
 [低キャップ, 大小口径キャップの排除]→[キャップ
 を裏面に整列]→[ゴムパッキン有無の分別]→[キャ
 ップを表面に整列]→[シール有無の分別]→[格納]
 の順に処理を行う。

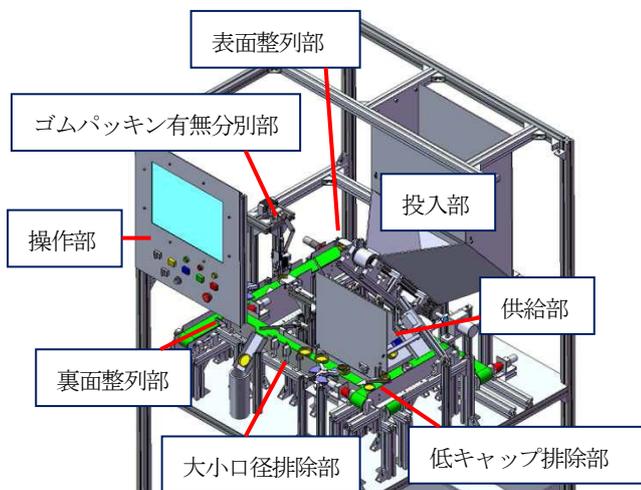


図4 全体構成図

5. 機構部

5.1 投入部

投入部は, キャップ約2000個を投入する部分で,
 ベルトコンベアにて少量ずつ供給部へ搬送する役割
 がある(図5).

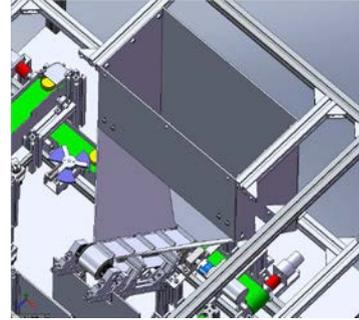


図5 投入部

5.2 供給部

供給部は, 図6のようなリンク機構による上下運
 動で, キャップを寝かせた状態に整列させ, ベルトコ
 ンベアに送り出す。

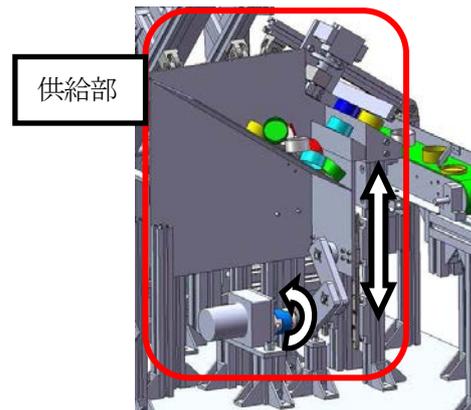


図6 供給部

5.3 低キャップ排除部

標準より高さが低いキャップはゴムパッキン有無
 判別が難しいため, 高さ制限のガイドにより低キャ
 ップのみ排除する(図7).



図7 低キャップ排除部

5.4 大小口径キャップ排除部

標準より口径が大きいキャップ，小さいキャップはゴムパッキン有無判別が難しいため，図8のようにセンサとゲートを使用して排除する．判別方法は，透過型センサでキャップ通過確認後，2 個の距離設定反射型センサで，表2 の判別基準にて，大・標準・小の3 種類に判別し，ゲート開閉で，大小口径キャップは排除される．

表2 センサ判断表

| | 大口径 | 標準 | 小口径 |
|------|-----|-----|-----|
| センサ1 | ON | OFF | OFF |
| センサ2 | ON | ON | OFF |

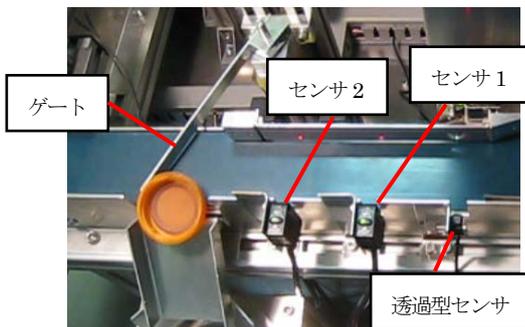


図8 大小口径キャップ排除部

5.5 裏面整列部

ゴムパッキン有無分別を行うには，キャップの向きを裏面に整列させる必要がある．整列の方法は，図9 の送り出し機構により，キャップを一つずつ等間隔で送り出し，その後図10 のような二段のベルトコンベア間の突起板により，裏面に整列させる．



図9 送り出し機構

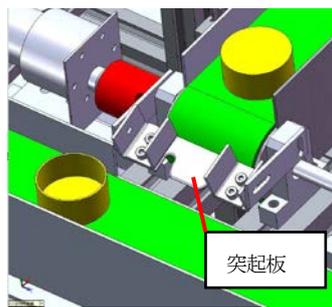


図10 裏面整列機構

5.6 ゴムパッキン有無分別部

ゴムパッキン有無分別部は，ゴムパッキン有無の判別を行い，分別する機構である．ゴムパッキン有無の判別方法は，標準キャップ内側にゴムパッキン有のキャップは突起部が無く，ゴムパッキン無のキャップは突起部があるという特徴から，図11のよう

に検出棒を突起部に当て，近接センサの反応により判別する方法を用いた．その機構は，裏面整列後ベルトコンベアで運ばれてきたキャップをセンサで認識し，キャップ固定装置で固定する．その後，リンク機構による上下運動で検出棒を上下運動させる機構である(図12)．

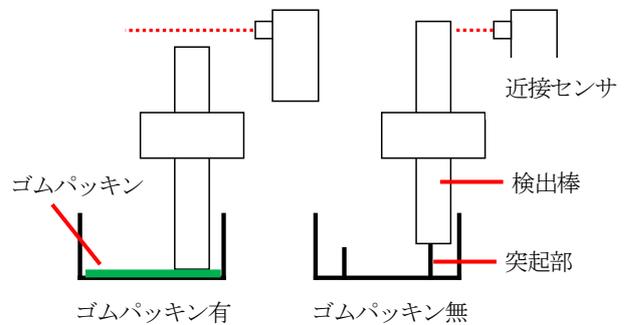


図11 突起物の高さによる判別

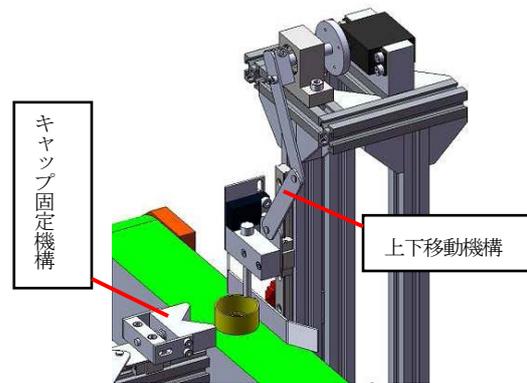


図12 ゴムパッキン有無分別装部

5.7 表面整列部

表面整列部は，シール有無分別を行うためにキャップを表面に整列させる機構である．その機構は図13 のようにU 字形の角パイプ中をキャップが通り，反転させる機構である．

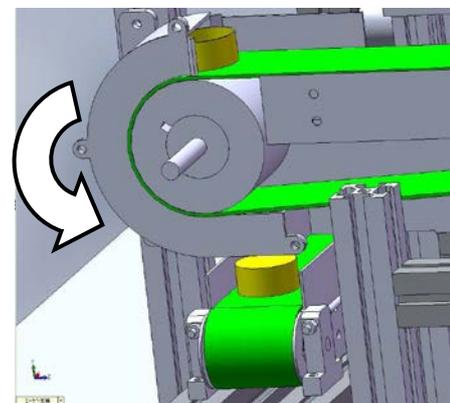


図13 表面整列部

5.8 シール有無分別部

シール有無分別部は、シール有無の判別を行ない分別する機構である。その方法は、キャップ側面より帯状のレーザー光を当て、その画像をカメラで取得し、シールの厚みによってできるシール縁の直線を画像処理にて抽出し、シール有無を判別する。

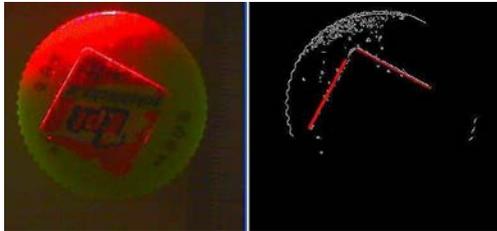


図14 画像処理によるシールの検出



図16 操作部・モニタ部

6. 制御部

6.1 制御部構成

PLC 及び PC を用いた本装置の制御部構成を図 15 に示す。

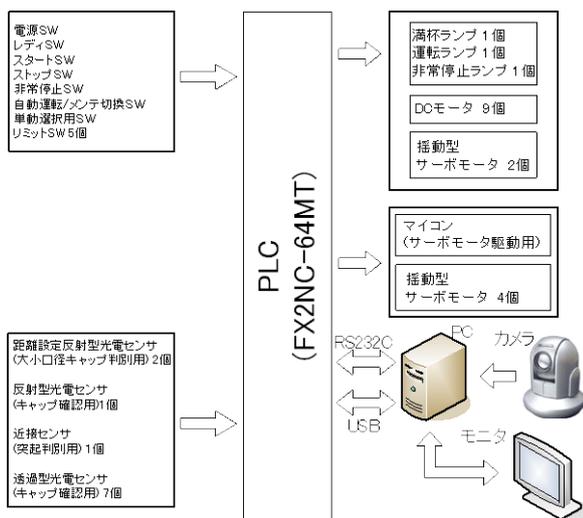


図15 制御部構成

6.2 操作部・モニタ部

操作部とモニタ部はひとつにまとめ図16のように配置した。操作部は装置の運転や停止，自動運転モードor メンテナンスモードの切替ができる。メンテナンスモードではアクチュエータ毎の動作確認ができる。また，エラー時やキャップ収納BOX の満杯時にはランプが点灯し知らせる。

モニタ部はタッチパネルディスプレイを用い，処理状況やエラー解決方法の表示を行う。通常運転中は、「QAB キャップリサイクルプロジェクトの概要」，「協力企業やリサイクル商品の紹介」，「本装置の概要」を表示する。

7. 評価

要求仕様の最大の目的であるゴムパッキン有無の分別については，各種センサや音解析等の方法を試みたが，いずれも難しく，結果としてキャップ内突起部の有無による分別となった。そのため，標準外キャップの分別は不可となったが，標準キャップについては，ほぼ分別が可能である。また，シール有無分別については，全てのキャップに対して表面を削る案や，画像処理によるパターンマッチング案があったが，いずれも難しく，結果としてエッジ検出による処理になった。「九州ポリテックビジョン2012」生産システム作品展示の部で最優秀賞を取得した。生産システム発表の部で特別賞を取得した。

8. まとめ

QAB で行われているキャップリサイクルプロジェクトは，沖縄県内でリサイクルを行っている。リサイクルされたキャップは建築資材となり利用されても燃やされることがないのでCO₂が排出削減でき，地球温暖化対策へ貢献している。本開発でその一旦を担うことができ，良い経験となった。開発した装置により，この活動がますます普及することを期待している。

参考文献

- 1) QAB キャップリサイクルプロジェクト
<http://www.qab.co.jp/ecology>
- 2) エコキャップ推進委員会
<http://ecocap007.com>

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：9月14日

科名：生産機械システム技術科

| 教科の科目 | 実習テーマ名 |
|---|---|
| 自動化機器設計製作課題実習 (生産機械システム技術科・機械専攻) 電気制御システム課題実習 (生産機械システム技術科・電子専攻) 計測システム応用構築実習 (生産情報システム技術科) | ペットボトルキャップ分別装置の開発 |
| 担当教員 | 担当学生 |
| | |
| | |
| | |
| | |
| 課題実習の技能・技術習得目標 | |
| 企業から依頼された具体的な課題の開発を通して、開発企画、設計企画、構想設計、詳細設計、製作、組立、評価までの一連の工程及びその活用能力（応用力、創造的能力、問題解決能力、管理的能力、プレゼンテーション能力、ドキュメント作成など）を習得することを目標としています。 | |
| 実習テーマの設定背景・取組目標 | |
| 実習テーマの設定背景 | |
| 県内企業の琉球朝日放送株式会社（以下「QAB」と略す）では、エコ活動の一環として「キャップリサイクルプロジェクト」を行っています。これは県内で消費されるペットボトルキャップを同社に集積し、県内協力企業の協力で原材料化（破碎、再製品化（リサイクル））することにより、焼却によるCO ₂ の発生を抑えることを目的とした県民総出のエコ活動であります。しかしキャップには、ゴムパッキンを有する物、シールが貼られた物があり、混入するとリサイクルできないため、QABではその分別に苦慮しています。そこで当校に分別装置開発の依頼があり、エコ活動の一環に付与すること、実際の現場に直結した課題であること等から、学生のモチベーション向上に繋がると判断し、課題に取り組むことにしました。 | |
| 実習テーマの特徴・概要 | |
| QABより依頼を受けたキャップの分別には、①ゴムパッキン有無分別、②値札・キャンペーンシール有無分別、③低キャップ・大小口径キャップの排除があり、これらの分別の処理工程は、以下の工程が予想されます。 ①供給・整列部（1個ずつの整列搬送） → ②標準サイズ以外のキャップ分別部（低キャップ、大・小口径キャップの排除） → ③裏表整列部（パッキン有無判別のため裏面整列） → ④ゴムパッキン有無分別部（パッキン有排除） → ⑤表面整列部（シール有無判別のため表面整列） → ⑥シール有無分別部（シール有排除） → ⑦収納（ゴムパッキン無およびシール無の収納） 開発した成果物は、QABフロアでの展示用、各種イベントで子供たちへの展示用としても用いることから、上記各工程は、すべて連動したシステムとして一つの架台に収め、移動可能とし、処理工程を外部から観察できる工夫、またはモニタ（タッチパネル）にて処理工程や処理個数をモニタできるアミューズメント性を持たせた工夫を行います。 上記各工程の構想設計においては、各種機構の構想・試作実験検証、分別方法においては各種センサ技術、画像処理技術、音解析技術等を生かした各種実験を行い、設計検証を行います。制御方法は、PLCとタッチパネルをリンクしたシーケンス制御とします。 | |
| No | 取組目標 |
| ① | 開発企画として、仕様の検討、日程の検討、予算の検討、グループ内の役割を検討します。 |
| ② | 要求事項、市場性、特許の抵触等を調査・確認し、開発する装置の役割を明確にして構想設計を進めていきます。 |
| ③ | 過剰設計とならないように注意し、品質、コスト、納期をバランスよく調和させ、基本仕様書を作成します。 |
| ④ | 構想設計においては、各種実験による検証、分別方法においては各種技術を用いた方法を実験検証し、最適な方法を探ります。 |
| ⑤ | 設計において、市販部品、汎用部品を活用した設計、製作方法、組立方法を考えた設計ができるように工夫します。 |
| ⑥ | 製作・組立においては、安全作業を第一に製作に取り組みます。また加工ミスが無いように加工工程、確認作業をしっかりと行います。 |
| ⑦ | 各種ミーティングでは、発言者の意見に耳を傾け、課題解決に向けた目的や目標及び手順や方法について共通の認識を持ちます。 |
| ⑧ | 各自が与えられた役割を果たし、グループメンバーをフォローし合って、グループのモチベーションを維持します。 |
| ⑨ | 図や表を効率的に利用した分かり易い報告書や発表会予稿原稿を作成し、発表会では制限時間内に伝えたい内容を説明します。 |
| ⑩ | 5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。 |