

生徒発表

ペットボトル分別処理機

(ペットボトルの分別をシーケンサにより完全自動化)

「高校生が取り組んだ環境問題とリサイクル」

—『第2回技術・アイデアコンテスト』最優秀賞受賞—

北海道尚志学園高等学校 電子機械科 課題研究チーム 渡邊裕人 遠藤治樹
永野広宣 森内将央
指導教諭 西畠 一行

はじめに

本校は札幌で唯一、工業科を設置する私立高校である。工業科は自動車科と電子機械科を有しており、各科ともにコース制を設定して公立高校には無いユニークな工業教育を行っている。

電子機械科では平成7年から課題研究（3年生、3単位）を実施している。形にとらわれずにその時代のニーズや興味を示したものをテーマに取り上げ、3年間学習した専門知識を活かして、自動化・自立型を目標に研究・製作をしている。

この形態は、自分たちの能力に適した作品作りや部活動などで活用できる作品作りなどにメリットはあるが、テーマの選定に時間がかかりすぎたり、マンネリ化したりするなどデメリットも多くある。しかし、個性豊かな作品や技術レベルの高い作品などが完成し、電子機械科としての目標は達成されている。

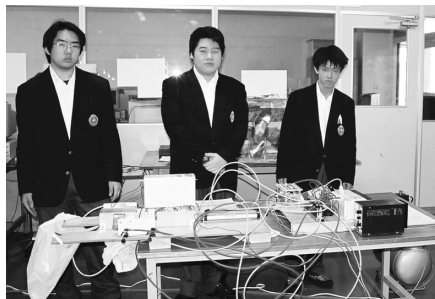
年度末にクラス発表会で最優秀賞・優秀賞を決定し、更に校内課題研究発表会を開き、その作品を教職員・後輩に披露して1年間の総まとめとしている。これまでの課題研究の積み重ねが今回の技術・アイデアコンテストの結果につながっていったと思われる。

ペットボトル分別処理機製作の経緯

平成15年度全国産業教育フェアが北海道で開催されることになり、本校も課題研究の作品を展示することになった。

何を出品するか電子機械科3年生から課題研究チームを選抜し検討した結果、平成14年

度の課題研究最優秀作品になった「ラベル剥し機」【写真1】を選定することに意見が一致した。しかし、この作品は筐体が木材であるために見劣りがし、ラベルを剥す構造がローラを用いていることなど処理が不安定なため、リメイクしなければならず設計段階から作業を始める事となった。

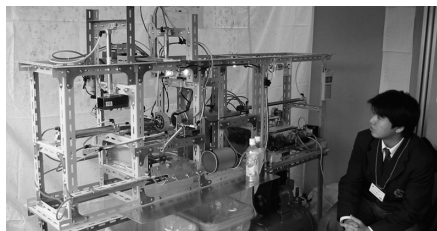


【写真1 ラベル剥がし機・クラス発表会にて】

検討結果は①本体をフレーム（鋼材Lアングル）に変更，②ラベルを剥す方式を高圧流体（空気・水）に変更，③ラベルだけでなくキャップも除去，④PETとプラスチック（キャップとラベル）の分別，⑤センサを追加するなどであった。

この作品は大会開催の10月までの6ヶ月間に完成させなければならぬため、かなり厳しい作業になった。特に気を使ったのは基になったラベル剥し機の初期アイデアをあくまでも受け継ぐことであった。ペットボトルを処理する時に人間の手で行っている動作（ボトルを固定しキャップを回す、ラベルを切り取る）をなるべく崩さないことであった。

こうして、ペットボトルラベル・キャップ剥し機（プロトタイプ1号）【写真2】が完成したのである。



【写真2 ペットボトルラベル・キャップ剥し機】

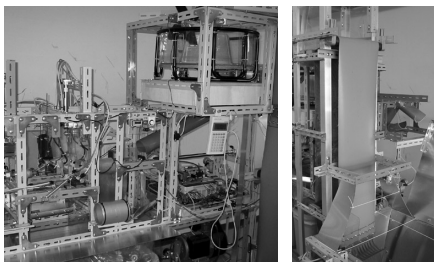
平成15年度全国産業教育フェア北海道大会に出品した反響はとても大きく、一般市民、企業関係の方々から好評をいただいたが、この作品は1本ずつペットボトルをセットするものであったため、「全自動化されていない」、「洗浄機能がない」などと辛口の意見もあり、改めてものづくりの難しさを実感した。

また、札幌市の環境問題を良くとらえているという観点や今までにない機構から特許出願のアドバイスもあった。その結果、北海道工業高等学校長協会より推薦され、平成16年度全国産業教育フェア広島大会へ出展することになった。北海道大会の反省や意見を活かし、ひとつのシステムとして完成させることを目指して改良を加えることになった。

平成16年度になり私たち4名が選抜され、全自動化を目指して企画検討からスタートした。自動搬入装置のアイデアは「ベルトコンベア方式で1本ずつ運ぶ」ことですぐに解決できたが、「ボトルを一定の方向に整列させる装置を付加する」ことが一番の難所であった。しかも10月までに完成させなければならぬというプレッシャーもあり、夜遅くまで検討や実験を繰り返した。

試行錯誤の結果、9月には全ての装置を取り付けてペットボトル分別処理機（プロトタイプ2号機）【写真3】を完成させることがで

き、10月の平成16年度全国産業教育フェア広島大会【写真4】に間に合わせる事ができた。



【写真3 左・ペットボトル分別処理機本体 右・自動搬入装置】



【写真4 全国産業教育フェア広島大会】



【写真5 地元テレビ局からの取材】

今回は偶然に地元テレビ局から取材【写真5】を受けてテレビ放送をしていただいたおかげで、注目度が上がり、一般市民、企業関係者など多くの人が足を運んでくれた。反響はとても大きく3日間で約1500本のペットボトルを実演で処理することができた。

また、広島市ではペットボトルをゴミとして出す場合、完全分別をしなければならず、お年寄りの方からは「キャップを外した時に

のこるリング状のものを何とか簡単に取れないか」という意見もいただき、次回の課題研究の新たなテーマとなった。

ペットボトルの分別について

ペットボトル処理機は「札幌市でペットボトルをゴミとして出す場合の処理基準」をもとに考えられている。札幌市はプラスチック（ラベルとキャップ）とPET（ポリエチレンテレフタレート）に分別して資源回収している。

ペットボトルを機械で処理する場合、ペットボトルのことを良く知っておく必要があったため、インターネットを利用して調査をした。その結果、ペットボトルには①密封するとボトルが内圧ガスにより膨れても耐えられるベタロイド形状【写真6】と②樹脂を結晶化【写真7】することによって硬さを増し、充填時の高温飲料の熱変形に絶えられるものと、2つの特長があることがわかった。



【写真6 ベタロイド形状】【写真7 結晶化】

また、現在製造されているペットボトルは上記の特徴を組み合わせた①炭酸飲料用（口部が透明・底部はベタロイド形状）、②高温充填飲料用（口部が白色）、③充填後殺菌炭酸飲料用（口部が白色・底部はベタロイド形状）、④アセプティック充填用（口部が透明）の4種類があることもわかった。以上の特徴を持ったいずれのペットボトルにも対応して分別できる装置が必要になる。

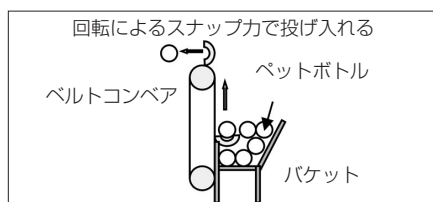
ペットボトル分別処理機について

製作のコンセプトは「本校の1日（調査の結果、毎日約500本ぐらい）に出されるペットボトルの数を処理できることを」基本とした。

また、制御はプログラマブルコントローラを使用し、駆動や除去は圧縮空気を利用することで、省エネルギー・クリーンな環境を実現した。処理能力は1分間に最大3本が可能である。処理できるペットボトルは500mlの丸形・角形・その他変形のものまで、完全にPETとプラスチックに分別できる。

各装置について

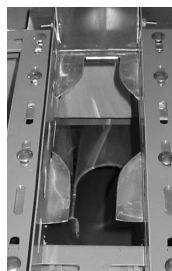
ペットボトル分別処理機は①自動搬入装置、②整列装置、③切断装置、④除去装置、⑤分別装置の5ブロックで構成されている。



【図1 搬入方法】

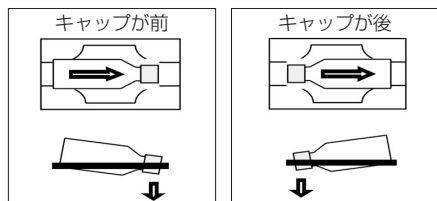
①自動搬入装置【図1】はバケットに多量のペットボトルを入れ、スタートボタンを押すとベルトコンベアが回転し、ベルトに取り付けられた爪によりペットボトルを1本ずつすくい、整列装置に運ぶ。この動作はバケットのペットボトルが無くなるまで繰り返す仕組みになっている。

②整列装置【図2】はペットボトルの重心と特別な溝を有するプレート【写真8】によってペットボトルの方向を一定にすることができる。センサーなどを使用せず自然落下方式を採用した。

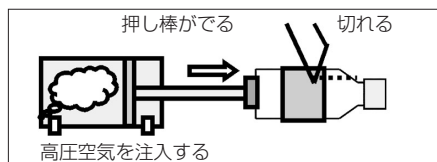


【写真8 ボトル方向を一定にする溝】

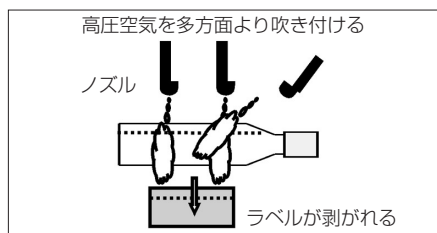
③切断装置【図3】はエアシリンダ内に高压の空気を注入し、ピストンが押し出されるとカッターでペットボトルごとラベルを切断する。



【図2 必ずキャップから落下する仕組み】



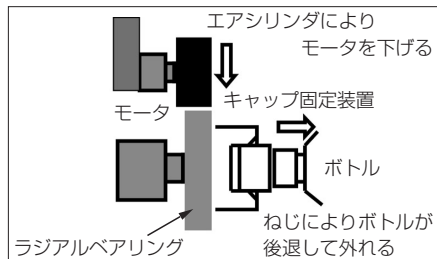
【図3 切断方法】



【図4 ラベル除去】

④除去装置【図4】はノズルより高圧の流体（空気や水）を多方向より吹き付けて剥す。

通常、コンプレッサの1次圧が0.5MPa以上あれば十分に剥がれる。



【図5 キャップ除去】

キャップは【図5】の方式で取り外す。

今後の課題と解決策

実験によりデータをとった結果、課題として以下の3点が上げられた。

①ペットボトル分別処理機は一番需要の高い500mlに限定して製作を行った。ペットボトルは消費者のニーズにこたえて様々なサイズや形状が販売されているので、これらのペットボトルが混在した状態で処理することは機構上、不可能と言う結論に達した。

解決策：それぞれの大きさに対応した装置を製作し、ベルトコンベア等でペットボトルを流しながら、画像処理等で形状の識別をして振り分ける方法が考えられる。

②飲み残したジュースなどがこぼれてボトルが汚れた場合、液体が乾く時にラベルが粘着され剥がれづらくなる。

解決策：一度、熱湯などにつけて粘着物質を溶かしておくことで解決できることがわかった。また、除去装置に圧縮空気ではなく水を用いることで接触抵抗が増し剥がれやすくなる事と内部の洗浄効果もあると考えられる。この際には装置全体にシーリングを施さなければならない。

③飲み残した飲料水がまだ入っているペットボトルを処理する場合がある。

解決策：切断装置のカッタを2枚刃にしてペットボトルの、下部にも切れ目を入れることで内部の飲料水を出すことができる。この場合は流れる飲料水の処理装置が必要になる。

おわりに

先輩の意思を受け継ぎペットボトル分別処理機を製作したが、課題研究で発案されたテーマが引き継がれ改良を重ねながら、ひとつのシステムとなったことはとても意義のあることだと感じている。製作のテーマとなった資源回収やリサイクルの問題は生活する上で大切なことであり、今回学んだことは将来的にも世の中の役に立つことばかりであった。

どんな事でも力を合わせれば、不可能なことはないということを実感できた。