

第5節 開発課題実習

小平キャンパスでは、生産電子情報システム技術科と生産機械システム技術科との2科による開発課題実習が実施されたが、全国の能開大では平成26年度から生産電気システム技術科も同時に開設されることから、今回の開発課題実習の実施ケースは全国的に見ても珍しいケースである。

生産機械システム技術科との連携では、情報分野の技術・技能不足を懸念していたが、平成24年度に関しては特に問題はなかった。しかし、継続テーマと成り、より完成度の高い成果を目標とする場合には対応できない事も出てくると予想しているが、具体的な対策はまだ検討されていない。

他科との連携について検討したところ、生産電気システム技術科と生産電子情報システム技術科とのすみ分けは難しい点も多く、両科が連携する課題の内容については何らかの修正も必要であると予想している。また、居住・建築システム技術系との連携については、一部の課題において実施可能であると考えているが、元々、居住・建築システム技術系とは開発課題の取り組み方自体が異なる為、その点については十分な配慮が必要である。

今後他科との連携を進めるにあたり、大かりで適切な開発課題テーマ及び内容等について検討する予定である。

5-1 開発課題テーマ

小平キャンパスでは、昨年度までの生産機械システム技術科、生産電子システム技術科、生産情報システム技術科の3科による開発課題実習と同等の内容及び段取りで実施された。

平成24年度の開発課題テーマは以下のとおりである。

- ① パートナーロボットの開発（継続テーマ）
- ② 多品種・少量包装システムの開発（継続テーマ）
- ③ 自動歩行補助車の開発
- ④ 幼児を対象としたネットワーク監視システムの開発
- ⑤ 磁石を用いた鉄塔用昇降装置の開発
- ⑥ 非接触吸着パッドを用いた壁登り装置の開発
- ⑦ コンベア式洗浄機能付き魚焼きグリル調理器の開発

5-2 開発課題発表会予稿

次ページに、平成24年度 生産システム技術系の各開発課題発表会予稿集を示す。

パートナーロボットの開発

(生産機械システム技術科) 5名
(生産電子情報システム技術科) 4名

1. 緒言

機械作業では重量物の運搬中に、作業者が怪我などの事故や身体的に負担が生じるため、ロボットの導入などにより自動化が推進されている。そのため今回は人を追尾、ライトレース、手動操作の機能を持ったパートナーロボットを開発した。材料、切削油、ゴミなどを搬送する台車型(図1)と標準的な工具を収納しているキャビネット型(図2)の2台のパートナーロボットを製作した。これにより作業者の負担を軽減できることが期待される。

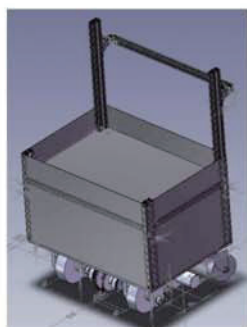


図1. 台車型

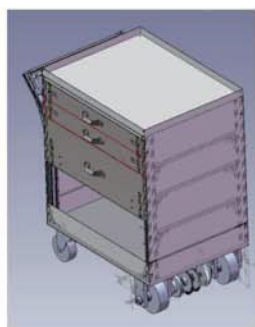


図2. キャビネット型

2. ロボットの機構

2.1 台車型

ロボットの車体は台車型(図1)を採用することにより、材料、切削油、ゴミなどを積載し、汎用的に使用できるようにした。

駆動部は底板の面積を小さくするためにモーターの位置をタイヤと直列ではなく並列にし、ベルト駆動にすることで底板に無駄なスペースを無くした。

2.2 キャビネット型

標準的な工具を収納できるように、機械加工実習場に配置されている工具用キャビネットを参考に図2のような機構を採用した。また走行時の開閉を抑えるために引き出しにマグネットを使用した。

駆動部では重量物を運搬するために、傘歯車を使用して減速比を3:1にし、車輪の軸にかかるトルクを上げた。

両方のロボットは走行性を向上させるためにロータリーエンコーダを採用した。

3. 機能

パートナーロボットのブロック図を図3に示す。パートナーロボットは、スマートフォンからの命令を受信することによって機能が選択され動作する。表1に各ロボットの持つ機能を示す。

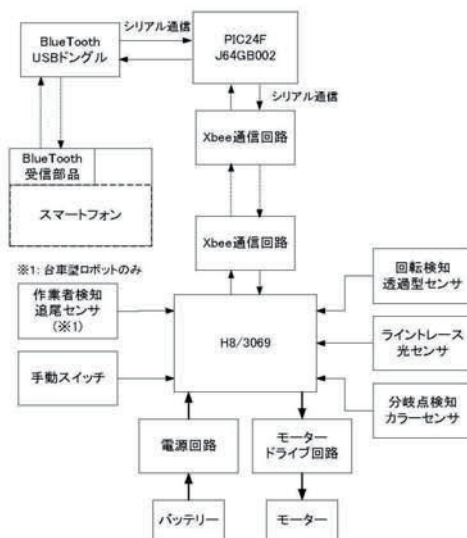


図3 パートナーロボットのブロック図

表1 パートナーロボットの機能表

	台車型	キャビネット型
追尾	○	×
ライトレース	○	○
手動運転	○	○

4. 運転モード

4.1 追尾モード

追尾は台車型ロボット専用の機能であり、作業者を追尾するモードである。作業者は発信機を持ち、台車型ロボットは作業者のいる場所に応じてモーターの回転方向を変更し、向きを変更することで追尾する。追尾センサと発信機を図4、図5に示す。



図4. 追尾センサ受信部



図5. 発信機

追尾センサは受信部と発信機から構成されている。

発信機の位置を受信部が検知し、発信機の移動により受信部からの出力信号が変化する。この出力信号を読み取り、台車型ロボットからみた作業者のいる方向を認識し進行方向を決定する。

4.2 ライントレースモード

ライントレースは実習場内の安全通路に張られたラインのテープの上を走行する。実習場内の間取り図を基にロボットの停車位置を決める。スマートフォンにより停車位置を指定し、ロボットがライントレース機能を用いて指定された停車位置まで走行する。



図6.フォトインタラプタ 図7.カラーセンサ基板

ライントレースのライン検出には図6の反射型フォトインタラプタを車体裏側に設置し使用する。このセンサを2個用いて、左右のセンサ間にラインがくるようモータの回転を変えることによりライン上を走行する。

また、図7のカラーセンサを設置し、走行用のラインとは別に張られたテープの色を識別し、停車位置に関する情報を取得する。

4.3 手動運転モード

手動運転はパートナーロボットのグリップ部分にジョイスティックハンドルを取り付けて操作できるようにする。

スマートフォンからは、パートナーロボットのリモコンとなるアプリを用いて命令を送信する。

4.4 PTRApp: (ピーティーアールアプリ)

スマートフォンを用いてパートナーロボットを操作するためのリモコンアプリ PTRApp を作成した。動作のために要求される性能を以下の表2に示す。

表2.要求仕様

OS version	Android2.2
Bluetooth version	Bluetooth 2.1

リモコンアプリを起動すると、以下の図9のような画面が表示される。画面上のウィジェットをタップして設定を変更後 Send ボタンをクリックすることでパートナーロボットにコマンドが送信される。



図8.アプリ画面

また、コマンド受信後のロボット側の動作のフローチャートを図10に示す。

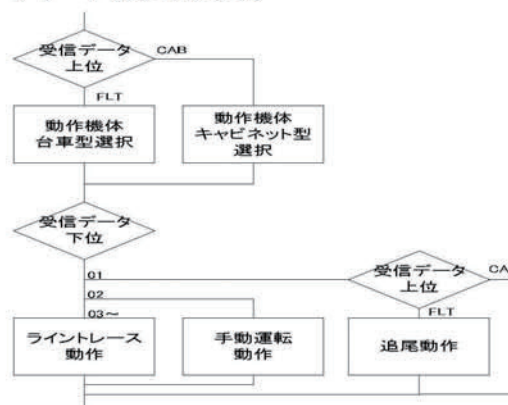


図9. 受信後のフローチャート

受信データは8バイトあり、上位3バイトが機体を表し、下位2バイトが処理内容を表すものになっており、これらを用いて動作の内容を命令する。

5. 改善点

ライントレースで角を曲がる際にモーターの回転方向を変更するが、モーターが回っている方向から急激に逆回転するとトルクが高くなり、電流が多く流れてしまう。今回は時間が無いため、モーターを停止させ、回転方向を変更しているが、キャスターを制御することで改善されんと考えた。

6. まとめ

他の分野のメンバーと協力し設計から運用までを学生主導で行い、無事パートナーロボットを製作することが出来た。この課題を通して、各々の得意分野を生かした仕事の割り当て、スケジュールの管理の大切さを学ぶことが出来た。

多品種・少量・包装システムの開発
駄菓子の自動包装機

(生産機械システム技術科) 5名
(生産電子情報システム技術科) 4名

1. はじめに

インターネット通信販売などにおいては、ユーザがパソコンを使って注文した品物を包装して発送する。品物は多品種にわたり少量である事が多く、品物の選択は概ね人の手で行っている。そのため、多品種に柔軟に対応でき、少量の生産でも利益のあげられる低コスト・高信頼性を可能としているシステムが求められている。

本課題では、『ホームページからユーザが欲しい製品を必要な数だけ注文して包装するシステム』をコンセプトに、多品種少量の品物を自動的に包装するシステムを製作した。また、昨年度の製作物に比べ小型化と形状の異なる品物の包装を目指した。

2. システム概要

2.1 仕様

本システムの包装機械の仕様を表1に示し、装置全体を図1に示す。

表1 包装機械仕様

サイクルタイム	1セットあたり30[s] (内容量5個)
駄菓子の種類	5種類
各供給部容量	各15個程度 (最大で20個)
包装材料	OPP フィルム
風緘方法	ヒートシール(加熱接着)
包装形式	縦ピロー方式
装置全体寸法	w:790×l:860×h:1400[mm]
電源	AC100[V]
制御方式	PLC 及びマイコン制御
受注形態	Web ページからの注文

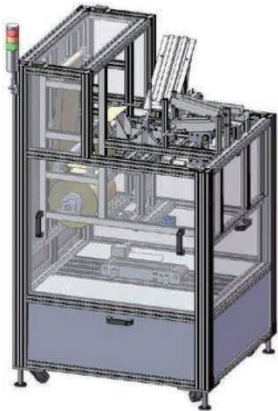


図1 包装機械全体図

2.2 システム構成

本システムは、Webページで注文を受け、指定された商品を自動で包装するものである。本システムの構成を図2に示す。

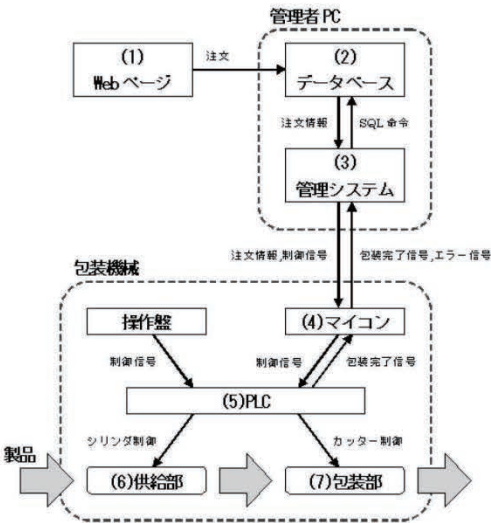


図2 システム構成図

図2の(1)~(7)についての説明を以下に示す。

(1) Webページ

ユーザがインターネットを使い、Webサイトに顧客情報を登録し、欲しい商品を選んで注文する。注文情報はネットを通じてWebサーバへ送られ、データベースに書き込まれる。Webページの機能としてはログイン・ログアウト、注文履歴、登録情報の変更・削除等がある。

(2) データベース

Webページから、書き込まれた顧客情報や、注文情報、商品の在庫などの情報が書き込まれており、SQL命令を受け取ることで、指定された情報を返す。

(3) 管理システム

管理システムでは、管理者PC-マイコン間のシリアル通信と注文履歴、在庫の管理を行う。主な機能は、データベースに書き込まれている注文情報を取得と、取得した注文情報を制御命令として、マイコンに送信を行う。

(4) マイコン

マイコンでは、管理者PCとシリアル通信によってデータ通信を行い、管理者システムから送られてきた制御命令に応じて「商品供給」、「包装開始」等の

信号をPLCに送る。また、PLCから送られてくる非常停止信号や包装終了信号を受取り、管理者画面に反映させる役割も持つ。

(5) PLC

マイコンから送られてきた信号を読み取り、供給部のシリンダー、包装部のモータやカッターの制御を行う。包装終了後には、マイコン側に包装終了信号、非常停止ボタンが押された際には非常停止信号の送信も行う。本体付属のコントローラから受け取った信号に応じて、機械を手動でも操作を行う事が出来る。

マイコン及びPLC等を載せた制御ボード写真を図3に示す。

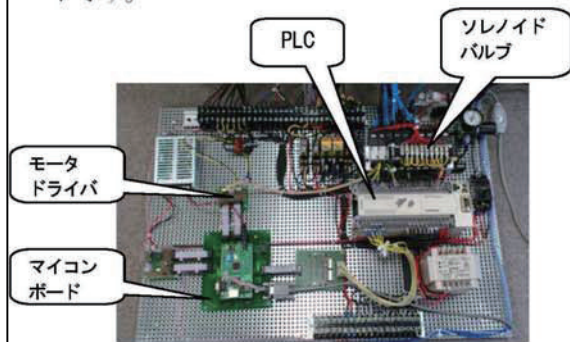


図3 制御ボード写真

(6) 供給部

PLCから制御命令を受け、指定された包装物を供給し、ベルトコンベアで包装部に送り出す。

供給部は、薄物・台形・円筒・大きい箱物・小さい箱物の5種類の駄菓子の形状にそれぞれ対応したユニットを製作した。供給部を図4に示す。このユニットを変更することで、他の様々な製品に対応することができる。

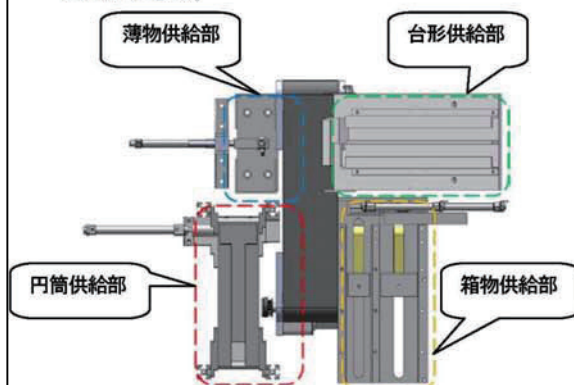


図4 供給部

(7) 包装部

包装部では、OPP(ポリプロピレン)フィルムで包装物を包み、両端と背部を加熱接着によって密閉し排出する。

3. 昨年度の問題点と改善点

(1) 1包あたりに使用するフィルムが多い

前年度までの横ビロー方式から構造を見直し、包装方式を縦ビロー方式に変更した。縦ビロー方式では内容物を自由落下によりフィルム奥まで送るので、使用するフィルムは包装する製品の長さ分だけで済み、無駄なフィルムは出ない。

(2) 各ユニットが大きい

昨年度の装置は、それぞれの配置が疎かなため、装置全体が長大になっている。縦ビロー方式に変更し装置の長さを縮小した。縦ビローでは装置の高さが高くなってしまいが、各ユニットの配置で無駄な空間を作らないようにすることで、装置全体の容積を約37.5%縮小した。

(3) フィルムの交換作業がしづらい

フィルムが装置の下部に配置されており、周りに大量の配線があるため、フィルムの交換作業が非常に困難で安全性が悪い。今回の装置ではフィルムを装置上部に配置し配線の通り道から遠ざけ、フィルム交換用に扉を設けることでメンテナンスを容易にしやすいとした。

4. 今年度の問題点と改善点

供給時に袋内部でお菓子が積み上がりエンドシールに巻き込まれることがある。これを注文時の包装個数に制限を設けることと、供給する順番を変えることで改善をした。

供給する際に、対象物が供給装置に挟まることがある。

5. おわりに

自動包装機の供給部と包装部の機構が完成し、連動させることができた。さらに受注 Web ページ、データベース、管理者システムの製作も完了しており、全自動運転と手動運転が可能である。

表1で示した仕様を満たす製品を完成することができた。今回明らかになった問題点を修正し、信頼度の高いものに改良したい。

自動歩行補助車の開発

(生産機械システム技術科) 4名
(生産電子情報システム技術科) 5名
(生産電子システム技術科) 1名

1. はじめに

現在のシルバーカーは、歩行補助機器として一般に広く用いられているが、段差による事故¹⁾や荷物を運ぶには不向きである等の問題がある。そこで、本開発は既存のシルバーカーに取り付けられ、安全な段差乗り上げや荷物の運搬を補助する自動歩行補助車、及び車体情報端末アプリケーションの開発を目的とした。歩行アシストに必要な機能をユニット単位で開発し、既存製品に実装する。また、昨年の遠隔アシスト端末のアプリケーションは、端末自体を自作した携帯性に乏しいものであったため、この問題を携帯性に富むAndroid端末で動作するアプリケーションを開発することで解決した。

本報告では、設計・開発したユニット、自作のAndroidアプリケーションを搭載した車体情報端末について行う。

2. 概要

本開発は、段差乗り上げ機構、歩行補助制御機構及び旋回機構を開発し、既存のシルバーカーに取り付けることで車体の軽量化を行った。旋回機構では、3輪から4輪機構に変更することでシルバーカーの安全基準²⁾の適用範囲を満たし、自動歩行補助車の安定性を高める。また、自動歩行補助車を利用しているお年寄りの位置や車体情報を保護者が確認できるシステムを製作した。図1にシステムの概要を示す。



図1. システム概要

3. 仕様

今回開発した自動歩行補助車の仕様を以下に示す。

3.1. 自動歩行補助車

- ① 歩行補助車のJIS規格では乗り上げ高さの基準が定まっていないため、電動車椅子のJIS規格³⁾を参考に40mmの段差を乗り上げる設計・製作を行った。
- ② 方向転換時に内輪と外輪の移動距離の差をディファレンシャルギアで吸収する。
- ③ 車体と利用者の距離を測定し、速度制御を行うことで、利用者との距離を一定に保つ。

- ④ 段差を乗り上げが不可能な場合、赤外線センサで検知し、自動歩行補助車を安全停止させる。

- ⑤ 二次電池の残量をLEDに表示する。

- ⑥ 転倒した場合、ブザーが鳴り、周辺に知らせる。

3.2. 車体情報端末

- ① 利用者の位置情報や二次電池の残量を車体情報端末に表示する。

- ② 車体が転倒した場合、車体情報端末のブザーが鳴り、警告ホップアップを表示する。

4. 歩行補助車

既存のシルバーカーに取り付け可能なユニットの製作を行った。製作した自動歩行補助車の仕様寸法を表1に、自動歩行補助車を図2に示す。

表1. 車体寸法及び重量

高さ[mm]	幅[mm]	奥行き[mm]	重量[kg]
930	390	585	16.75



図2. 自動歩行補助車

4.1. 段差乗り上げ

本開発は方向転換する機構も追加するため、扇板を用いたシンプルな機構とした。扇板が段差に接触すると、モーターと扇板のアシストにより段差を乗り上げる。利用者の手を借りずに乗り上げることで、安全な段差乗り上げを実現する。図3の(I)～(III)の順で段差を乗り上げる。

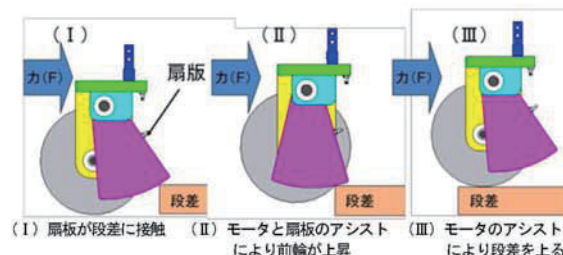


図3. 機構動作[段差乗り上げ]

4.2. 旋回

かさ歯車組み合わせ設計・製作を行ったディファレンシャルギア（図4）を駆動部に用いることにより旋回を可能にした。4輪車は方向転換の際、内、外輪に旋回距離の差が生じる。その差をディファレンシャルギアで差を吸収し、動力源から同一のトルクを車輪に振り分けて伝える。

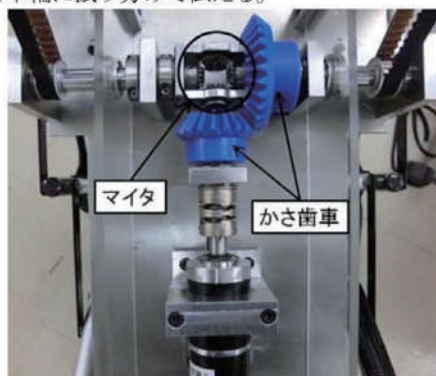


図4. ディファレンシャルギア

4.3. 速度制御

自動歩行補助車のハンドルを握ることで速度制御が行われる。速度制御には、赤外線センサを用いて、利用者と車体の距離を測定し、モータの回転速度制御を行う。車体と利用者の距離を常に一定に保つように、PWM制御とPI制御を組み合わせ、モータを制御した。これらを実装することで、利用者が自動歩行補助車の加減速を意識することなく、スムーズな歩行をアシストすることができる。

4.4. 電源モジュール

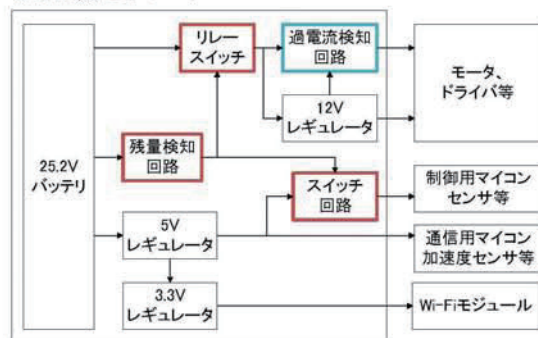


図5. 電源モジュールブロック図

電源モジュール（図5）に二次電池を搭載し、自動歩行補助車に搭載する制御回路の電源を供給する。二次電池にはモータを十分に回転させる電圧、また、二～三時間程度の歩行アシストが行える容量を有したものを選定した。二次電池の残量をLEDの点灯（5段階）で表示させ、利用者が二次電池の残量を確認することができる。また、二次電池の残量をマイコンに取り込み、車体情報端末にも表示するようにし

た。動力にはDCモータを使用した。モータの定格電流が6Aであるため、5A以上電流が流れないように電流検知ICを用いた過電流防止回路を実装している。

リレースイッチとスイッチ回路を加え、歩行アシストと通信を分けたことにより、バッテリーの残量が少なくなり歩行アシストが行えなくなっても車体の情報を車体情報端末に送信することが可能となった。

5. 車体情報端末

車体情報端末とは、利用者の現在位置や車体のバッテリー残量、転倒などの情報を確認できるものである。自動歩行補助車にWi-Fiモジュールを搭載し、保護者の持つ車体情報端末とWi-Fi通信を行うことで車体情報の閲覧を可能にする。アプリケーションの開発は、Android OS4.1以上を対象に開発を行った。端末にはGPS搭載でWi-Fi通信可能なAndroid端末であるNexus7(google社)を用いた。



図6. Androidアプリケーションによる車体情報端末

6. おわりに

市販のシルバーカーに開発したユニットを取り付け40mmの段差乗り上げを実現した。また、昨年の自動歩行補助車の全体重量の約24%軽量化が実現した。更には、Android端末のアプリケーションを開発することで、携帯性を増した。

今後の課題として、より多くのシルバーカーに開発したユニットを取り付け出来るよう既存製品の調査などが必要である。

参考文献

- [1] 独立行政法人国民生活センター, "歩行補助車（シルバーカー）の安全性", 2009年
- [2] 一般財団法人製品安全協会, "シルバーカーの認定基準及び安全確認方法", 2011年
- [3] 日本工業規格, "JIS T 9203:2010 電動車いす", 2010年

幼児を対象としたネットワーク監視システムの開発

画像配信システム ～みまもるくん～

(生産機械システム技術科) 5名

(生産電子情報システム技術科) 5名

1. はじめに

幼稚園や保育園などの幼児施設において、保護者がネットワークを通して幼児の様子を確認できるシステムの需要¹⁾が高まっており、その設備の導入を売りとする幼児施設が登場している。また近年、多機能携帯端末であるスマートフォンが目覚ましい勢いで普及した。

このことから、本開発では幼児施設に導入してもらうことを前提として幼児に親しみやすい筐体を持ち、保護者がスマートフォンで幼児の様子を確認できる機能を搭載したネットワーク監視システム“みまもるくん”を製作したのでその詳細を報告する。

2. システムの概要

本システムは、幼児施設における運用を主目的とし、撮影した画像をネットワークを介して確認できるシステムである。これは“みまもるくん”本体とAndroidスマートフォンの2つで構成されており、アクセスには専用のアプリケーションである“Mimamoru”を使用する。(図1)

保護者は撮影されたリアルタイムの様子を確認することが出来る。また、本体にメモリを搭載しており、過去に撮影し保存された画像を参照することも可能である。



図1 “みまもるくん”の運用イメージ

3. 筐体形状

筐体は幼児の男女を問わず、親しみやすいものとするため、幼児施設に勤務する職員に対する調査を行った結果、図2のようなてんとうむし型とした。

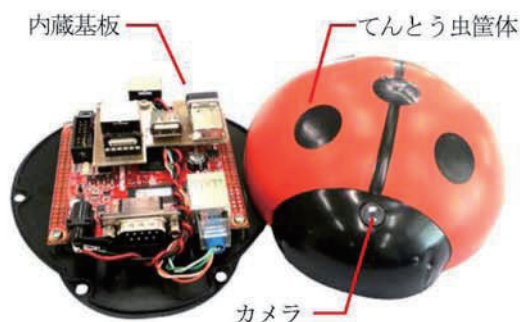


図2 “みまもるくん”本体

4. 本体設計

4.1 筐体・金型設計

筐体形状はてんとう虫の形状とし、プラスチック射出成形技術²⁾を用いた。筐体は、外形状となる本体と基板を搭載する底板で構成する。てんとう虫の彩色は、星の部分を除いた羽部が赤色、そのほかは黒色であり、赤色部と黒色部のコントラストが高い。この彩色をプラスチック製品において表現するため、二色成形法による成形を行った。

二色成形法を行うにあたり、一次成形工程をてんとう虫の赤色、二次成形工程を黒色部の成形とした。これは一次成形品を二次成形用型へ装填する際の容易性を考慮したためであるが、それに合わせ二次成形品上の樹脂流路（ランナレイアウト）を検討する必要がある。二次成形工程では、てんとう虫の顔、星、羽のラインを成形する。そのため、ゲートをてんとう虫中央部の星の中心にゲートを配置し、羽のラインに顔部へ樹脂を供給するランナとしての役割を持たせた。また、一次成形品のゲート位置をそのランナ上に配置することで、一次成形工程のゲート痕が二次成形の黒色樹脂により隠される構造とした。また、星部への樹脂供給は本体内側にランナを配置することで、表面に現れない工夫とした。一次成形、二次成形において成形したものを図3に示す。これらの設計にあたり、本体用の型は二色成形法を用いて成形を行うため、一次成形用と二次成形用の2種類の型を入れ子形式で製作することで、一つの型板で成形できる構造とした。型構造はゲート方式としてピンゲートを採用したため、3プレート方式とした。底板用型板は2プレート方式とし、計3組の入れ子、2つの型板を製作した。

射出成形に用いる樹脂として、二色成形時の熱溶性、運用時の耐衝撃および柔軟性を考慮し、ポリプロピレンを使用した。

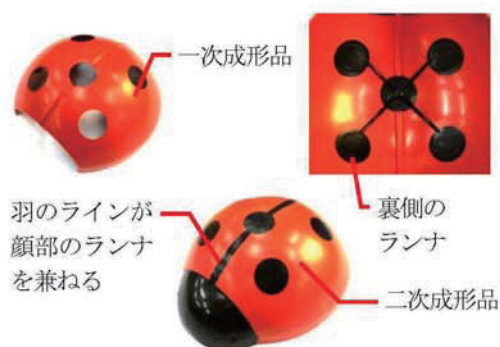


図3 二色成形品

4.2 “みまもるくん” 本体

本システムでは、静止画の連続撮影と画像配信を同時に行うため、処理速度が速く、安定した運用が可能であるLinuxOSを搭載したALPHAプロジェクトのCPUボード「XG-1707」^[3]を使用した。また、外部メモリを増設し、撮影した画像を連続で表示し擬似動画として再生を行うことでメモリの使用量を抑え、過去1週間分の撮影データを保存できるようにした。

図4に本体構成を、表1に仕様を示す。

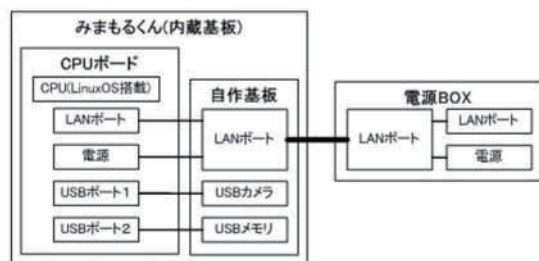


図4 本体構成

表1 仕様

本体仕様	
製品寸法	120×135×55 [mm]
接続方式	RJ-45 コネクタ (Ethernet 規格に準拠)
電源	DC5V (LANを通じて供給)
カメラ	最大 640×480 ピクセル
保存可能時間	60 分/日
保存期間	7 日間
クライアントソフトウェア 仕様	
対応 OS	Android 2.3.3 以上

4.3 “Mimamoru” について

“Mimamoru” はリアルタイム再生と現在から過去1週間分のログ再生を行うことができる。ログ再生

画面は図5(a)のようになっており、再生・停止に加え、シーク・バーによる直観的操作と1コマ送り/戻りにより過去のログを参照することが可能である。

レイアウト^[4]にもこだわりメニュー画面は図5(b)のように大きめでポップな押しやすいボタンを配置した。



(a) ログ再生画面(横) (b) メニュー画面

図5 アプリケーション画面

また、通常のブラウザでも閲覧できるように、新たにhtmlファイルも作成した。また、専用アプリケーション^[5]を使うことでネットワークの設定、録画時間の設定を管理者が簡単に行うことができる。

5. おわりに

本開発では保護者がスマートフォンで幼児の様子を確認できる機能を搭載したネットワーク監視システム“みまもるくん”を製作した。

幼児施設に勤務する職員から機能にも配慮があり良いシステムであるとの評価を受けた。また一般家庭においても様々な用途としても使用可能であり、このシステムに発展性があると考えられる。今後は、アプリケーションを一般家庭向けに機能を追加する等として充実を図って行きたい。

本課題に取り組むにあたり、株式会社MDC代表取締役鈴木次郎様に有益な助言を頂いた。ここに記して感謝する。

参考文献

- [1] <http://japan.internet.com/research/20020115/1.html>
- [2] 鈴木次郎他, “金型技術教育マニュアル・プラスチック用金型編”, 2008.
- [3] ALPHA PROJECT, XG Series Software Manual Rev.1.0, 2012.
- [4] 中山清喬 国本大吾, “スッキリわかるJava入門”, 2012.
- [5] 布留川英一, “Androidプログラミングバイブル”, 2012.

磁石を用いた鉄塔用昇降装置の開発

(生産機械システム技術科) 4名
(生産電子情報システム技術科) 2名

1. はじめに

送電に使用されている鉄塔は、機能維持のために点検作業が不可欠であり、現在は人が直接鉄塔に登り手作業で行っている。

鉄塔は高さ数十メートルあり、足場が不安定で、なおかつ高圧線が近くを通過しているため、現場の作業者は常に危険と隣合わせである。実際に転落や感電等の事故が、度々報告されている。

本研究ではこのような事故を防止することを目的に、鉄塔の支柱部分を利用し昇降する鉄塔用昇降装置の開発を行い、人間に代って高所で点検作業を行うことを目指す。

2. システムの構成及び仕様

仕様を以下に示す。

- ・ 製作した鉄塔を垂直に昇降する。
- ・ 5kg までの積載物が装置に載ることを想定。
- ・ 鉄塔に組み付いている障害物を乗り越える機構を搭載する。
- ・ 装置が鉄塔を昇降する際、軌道修正を行うための旋回機構を搭載する。
- ・ カメラを搭載しモニターで映像を確認できる。

図1に構成図を以下に示す。

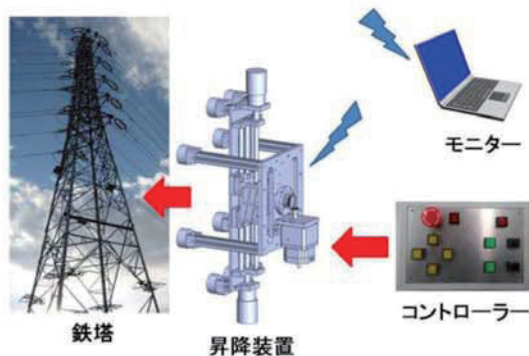


図1 システムの構成図

3. 実験用鉄塔について

今回はアングル材を購入し、実際の鉄塔に似せて製作し、装置を登らせる。障害物としてボルト、ナット、小型アングルを取り付けることで、実際の鉄塔と同様にした。また、安全面を考慮して鉄塔が転倒しないよう敷板にアルミフレームを取付けた。図2に製作した鉄塔を示す。

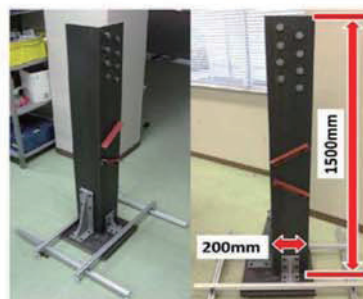


図2 鉄塔外観

4. 電磁石

本研究では、装置の仕様に適している小型でも吸着力が強く、電流のON・OFFで脱着が容易に行うことができる電磁石を使用する。電磁石の仕様を表1に、外観を図3に示す。

表1 電磁石仕様表

定格電圧	DC12[V]
定格電流	0.5[A]
吸着力	3.5[kg]



図3 電磁石

5. 昇降装置

装置は2つのユニットで構成されており、各ユニットの脚には電磁石を取り付けている。この脚を鉄塔の面に吸着させ、前後移動、上下移動、方向転換の動作により各ユニットの電磁石の吸着を交互に入れ替えることで、装置の昇降、障害物の回避をする。図4に昇降装置の概観図、表2に仕様表を示す。

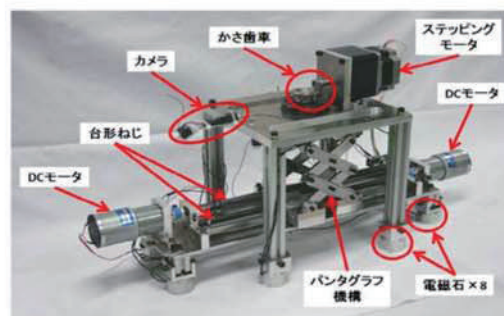


図4 装置外観図

表2 装置仕様表

幅	奥行き	高さ	重量
170[mm]	543[mm]	230[mm]	7[kg]

5.1 動作

5.1.1 前後移動

装置はねじに対し垂直に昇降するため、ねじに大きな負荷がかかることを考慮し、ねじ山の強度が大きい台形ねじを使用する。動作は、台形ねじ(a)、(b)を同一方向に回転させることで、各ユニットを前進後退させ昇降する。図5に前進後退の動作を示す。

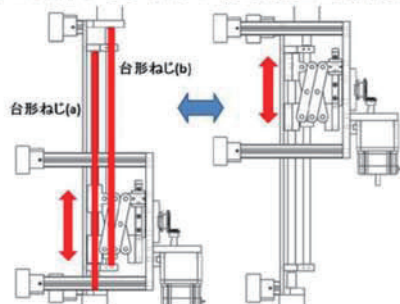


図5 前進後退の動作

5.1.2 上下移動

パンタグラフ機構を用いることで、伸縮機構の重量削減、省スペース化を可能とする。動作は、ねじ送り機構で図6(a)、(b)の部品間の距離を変えることで、パンタグラフを伸縮させユニットを入れ換え、障害物を乗り越える。図6に上下移動の動作を示す。

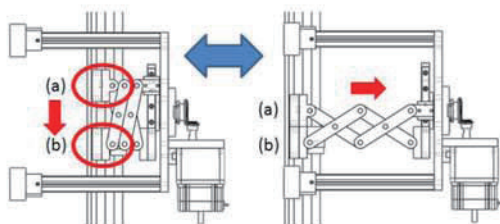


図6 ユニットの入れ換え

5.1.3 方向転換

ユニットの回転軸とステッピングモーターの軸にかさ歯車を取り付け回転させることで、方向転換を行い、障害物を回避する。旋回角度は、最大 ± 5 度まで可能である。図7に方向転換の動作を示す。

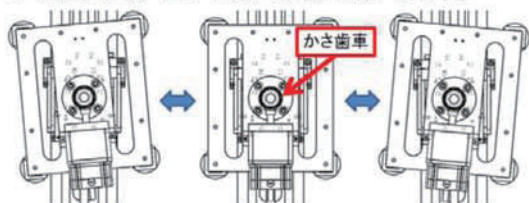


図7 方向転換

5.2 カメラ

装置と鉄塔の吸着個所と、鉄塔の表面状態を確認するためにカメラを搭載する。通信は無線で行い、パソコンで映像を確認する。図8に撮影したカメラの映像を示す。



図8 カメラの映像

6. 制御

H/8 マイコン上の入出力ポートで制御を行う。マイコンはH/8 3069Fを使用した。各リミットやスイッチの値に応じて出力が変わってくるので状態遷移図と各状態の入出力リストを作成し、それに対応したプログラムを作成した。

6.1 回路

マイコン側と出力側で電圧を分離させるような回路にし、動作の安定性を保てるようになっている。

制御にはH/8 マイコンを使用し、モータードライバを介してモーターと電磁石をそれぞれ制御している。電磁石は複数使用しているので電流値が高く、長時間励磁状態が続く可能性があるためモータードライバの発熱を考慮した。図9に制御回路ブロック図を示す。



図9 制御回路ブロック図

7. まとめ

本開発課題では、転落や感電の事故を防止するため、人間に代って高所で点検作業を行う装置の開発を目標に取り組んだ。結果、電磁石を用いた装置で鉄塔を昇降し、搭載したカメラで鉄塔の表面状態の確認することができた。

今後は、操作のワイヤレス化による昇降距離を向上、電源喪失時の対策、鉄塔に電磁石が吸着した際の検知システムの開発が課題である。

【参考文献】

- (1) 組み込みソフトウェア開発入門 星野香保子著
- (2) 特許電子図書館ホームページ

<http://www.ipdl.inpit.go.jp/homepg.ipdl>

非接触吸着パッドを用いた壁登り装置の開発

(生産機械システム技術科) 3名
(生産電子情報システム技術科) 3名

1. 課題概要

1. 1 背景

作業者の高所作業における墜落・転落事故が多発している。そこで高所作業を代行できる壁登り装置の開発を目指した。

文献検索の結果、主に採用されている方法として真空と磁石による吸着がある。真空方式はパッドで空気を吸い込み、負圧により吸着するが表面に粗さや凹凸のある壁ではシールができないため吸着力が大きく落ちる問題がある。磁石方式は磁性のある壁には強い吸着力を保持できるが、磁性の無い壁には対応できないという欠点がある。

さらに検索を続けた結果、カンタベリー大学により先行技術として、真空や磁石を用いた方法では吸着できない壁でも移動できる非接触吸着パッドによる方法があることがわかった。本課題ではこの方式での開発を目指した。

1. 2 概要

非接触吸着パッドは工場でCDや薄い液晶などを運搬する装置に使用されている。そのため吸着力は最大でも4kgまでの部品を持ち上げる程度であり、壁登りには適さない。

本課題では壁登りに対応できるパッドを設計・製作することから始め、装置を完成させた。構成としては一軸の車輪を使用し、壁に接触させてすべり落ちるのを防ぎ、移動を容易にした。また、車輪を回すのに速度調整が可能で停止中でも励磁して装置を保持できるステッピングモータを採用した。制御・通信部はRS232Cを用いた有線通信とし、スイッチボックスで遠隔から操作できるようにした。完成した装置を図1に示す。

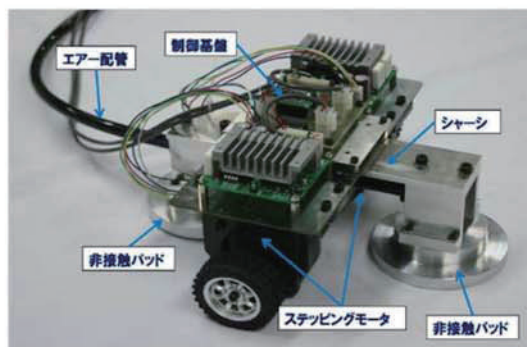


図1 装置全体

2. 装置の設計

2. 1 車体の基礎計算

実験の結果から使用するパッドを選定し、車体が壁から滑り落ちないようにタイヤの摩擦係数および反発力、モータ取付け板の弾性を考慮して重心の位置とパッド2つのモーメントが釣り合うように距離を計算した。

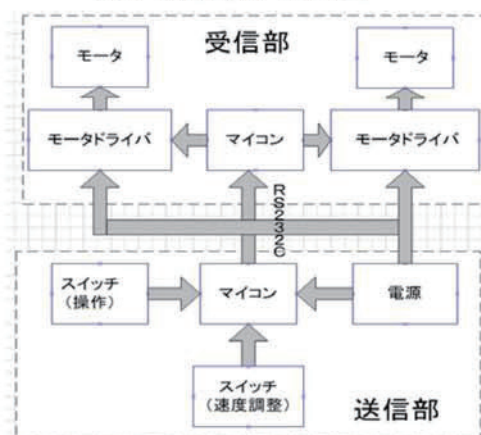
2. 2 制御部

今回はマイコン (H8/3694F) を2つ用いたRS232Cの通信方式を使い制御信号の送信・受信をそれぞれ行い制御することにした。

制御回路

制御回路のブロック図を図2に示す。装置の行動パターンをマイコン (H8/3694F) により制御した。

図2 制御回路ブロック図



受信部のマイコンでは、2種類の周波数を出ることができるように、H8/3694Fに内蔵されているタイマWとタイマVを使用した。

今回は200~1KHzの周波数を利用するように作製した。しかしタイマVでは600Hzまでしか分周できず、それを解決するためにJKFFを用い出力する周波数を1/4まで落とした。

3. 吸着機構

3. 1 非接触吸着パッド

壁を登るための機構として図3のようなベルヌーイ効果を利用した非接触吸着パッドを製作した。ベルヌーイ効果とは流体の流速が上がるとその流線上の圧力が低下し、生じた圧力差によって物が引きつけられる現象をいう。これをパッドに当てはめる

と、ノズルから出る速い空気がノズル吐出口の周囲の圧力を下げて負圧をつくり、大気圧によって壁に吸着する力が働く。外周部には正圧によってパッドを押し上げる力が働き、2つの力が釣り合うことで壁面に非接触吸着する。

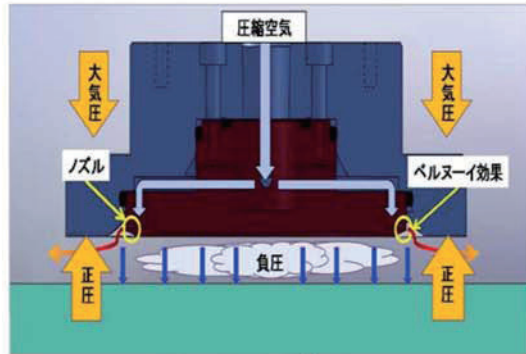


図3 パッド吸着原理

3.2 実験

壁登りに対応できる非接触吸着パッドを選定するため、装置を支えられるだけの吸着力を保持し、空気消費量を抑えるパッドが必要である。吸着力と空気消費量はノズル位置、ノズル径、ノズル数で決まると考えられる。そのため市販のパッドを基にパッドを試作し、それぞれのパラメータを変更しながら吸着力と隙間の関係を調べた。パラメータの基準として購入したパッドと同じノズル位置 1.5mm、ノズル径 0.5mm、ノズル数 24 個をとっている。

方法としては吸着パッドを実験装置に取り付け、フライス盤 KE55 の Z 軸を操作して吸着面との隙間を変化させ吸着力を測定した。

ノズル位置の比較実験の結果を図4に示す。実験条件は圧力 0.4MPa、ノズル径 0.5、ノズル数 24 で行った。

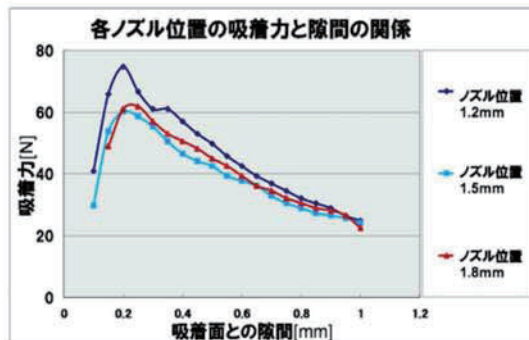


図4 ノズル位置の吸着力と隙間の関係

ノズル径の比較実験の結果を図5に示す。実験条件は圧力 0.4MPa、ノズル位置 1.2、ノズル個数 24 で行った。

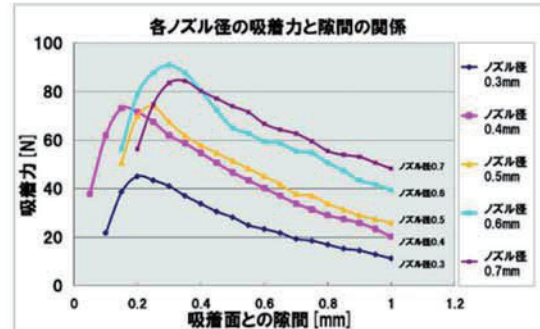


図5 ノズル径の吸着力と隙間の関係

ノズル個数数の比較実験の結果を図6に示す。実験条件は圧力 0.4MPa、ノズル位置 1.2、ノズル径 0.5 で行った。

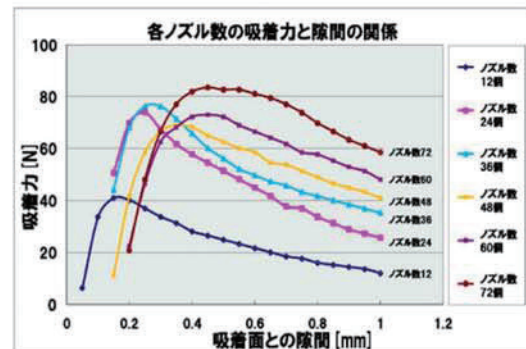


図6 ノズル個数の吸着力と隙間の関係

実験結果から、吸着力はノズル位置が低いほど高い。また、ノズル径は大きいほど高く、ノズル数は多いほど高いという傾向が得られた。ノズル個数に関しては、個数が多くなるほど吸着面との隙間が広がっても吸着力を保つことができ、粗い壁面に強い傾向となった。しかしながら空気消費量は吸着力に比例して多くなった。そのため使用するコンプレッサーの空気供給量と装置の重さを考慮した結果、装置にはノズル位置 1.2、ノズル径 0.4、ノズル個数 60 を用いた。

4. 結果およびまとめ

当初の構想通り高い吸着力を保持しながら壁面を走行できる装置が完成した。また、非接触パッドも市販のものより2倍近くの吸着力を出せるものが出てきた。今後は、さらにデータを収集しより改良していきたい。

5. 参考文献

- [1] XiaoQi Chen, Matthias Wager, Mostafa Nayyerloo, Wenhui Wang and J. Geoffrey Chase
"A Novel Wall Climbing Robot Based on Bernoulli Effect"

コンベア式洗浄機能付き魚焼きグリル調理器の開発

(生産機械システム技術科) 4名
(生産電子情報システム技術科) 2名
(生産電子システム技術科) 1名

1. はじめに

一般家庭での魚の調理にはコンロに備わっている魚焼きグリルを用いる。調理後、焼き網に魚の皮や脂などが付着する。素手で洗浄すると、付着した皮や脂が取れにくく、手に臭いが付く。また、網の継ぎ目の汚れは、洗浄が難しく汚れが落ちにくい。そこで、焼き網を自動洗浄する機能を搭載した魚焼きグリルの開発を行う。

2. 洗浄方法

グリルの洗浄において、網の継ぎ目などの手洗いでは困難な箇所や皮の焦げ付きなどを容易に洗浄できる点を考慮する。結果、「超音波洗浄」と「ブラッシング」の二つの洗浄方式を採用する。表1に各洗浄方式の特徴を示す。

表1 各洗浄方法の特徴

洗浄方法の特徴	
超音波洗浄	ブラシ
・洗浄に必要な時間が短い	・大きな付着物の洗浄に向いている
・多種類の汚れに対応可能	
・微細な汚れの除去に適する	
・複雑かつ複数の物体の洗浄が可能	

3. 予備実験

市販の超音波洗浄器（アズワン株式会社 ASU-3D）を用いて超音波洗浄の洗浄効果を実験した。ロースターで魚を網焼きし、汚れが付着した焼き網を洗浄した。洗浄器正弦波発振周波数は23kHz、43kHzの選択機能があり、各々30分間洗浄した。

結果、はじめの10分間で大半の汚れが落ち、43kHzより23kHzの方が洗浄効果が高かった。

図1に、洗浄前と10分間洗浄後の焼き網の写真を示す。

本研究では洗浄効果が高かった23kHzの振動子を採用する。

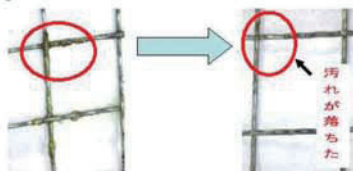


図1 洗浄前の焼き網（左）と洗浄後の焼き網（右）

4. 洗浄装置の設計

本研究で製作する洗浄機能付きグリルは、魚の投入・排出は手動で行い、水の注排水、洗浄は自動で

行う機構である。魚焼きから洗浄までの一連の動作を行うためにベルトをチェーンに代用したチェーンコンベア機構を取り入れた。

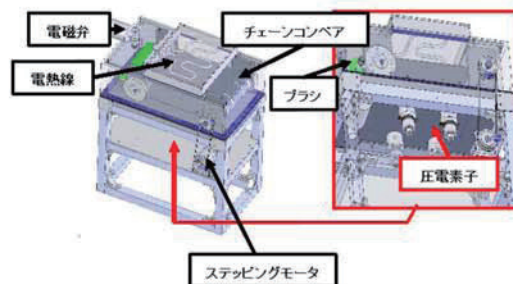


図2 洗浄装置

4.1 水槽部

底部に超音波振動子と振動板を取り付けるため、底部と側面部を分けて設計した。設計したモデルにおいて水漏れ実験を行ったところ、三面接触箇所から水が漏れたため、二面接触にするためにアルミブロックの内部を切削加工することで三面接触箇所をなくした。

5. 洗浄装置の制御

5.1 電熱線

電熱線部分は簡易実験用に購入したロースター（YAMAZEN NFR-1100）を分解し使用した。

電熱線部分は単体で使用するため、並列接続を直列接続に変更した。電力が1100Wと大きい為、コードはビニル絶縁電線を使用し、接続部分は絶縁テープ、圧縮チューブ、耐熱ケーブルで絶縁した。

5.2 コンベア制御

焼き網およびブラシの回転には、ステッピングモータ（PK268-02B）を使用する。

ステッピングモータを使用する理由は、機械的な部分が少なく、回転角制御が正確に出来る事からである。

制御信号はH8/3069Fマイコンで生成し、これをモータドライバに入力することでモータの回転方向および回転速度を制御する。

モータの回転力は、タイミングベルトにより焼き網および洗浄ブラシに伝達される。

5.3 超音波発生振動子

洗浄器に使用する超音波振動子は周波数 28kHz、ボルト締めランジュバン型(HEC-45282・50W)を4個用い、並列接続する¹⁾。超音波振動子は高効率で振動する共振周波数の範囲が狭い。また洗浄槽、洗浄物、洗浄溶媒等の負荷により、この共振周波数は変化する²⁾。HEC-45282の共振周波数は28kHzであるが、洗浄器に水を張った状態では共振周波数が24.5kHzに変化する。

超音波振動子駆動回路を設計するには、振動子の印加電圧、電流を決定する必要がある。予備実験で使用したASU-3Dはボルト締めランジュバン型振動子を用いている。その振動子への出力は1200Vp-p、0.086Aであり、印加電圧が高く、電流は小さい。電流定格値を求めるため、HEC-45282の電圧-電流(V-I)特性を測定した。図3に装置に取り付けた状態で測定したV-I特性のグラフを示す。

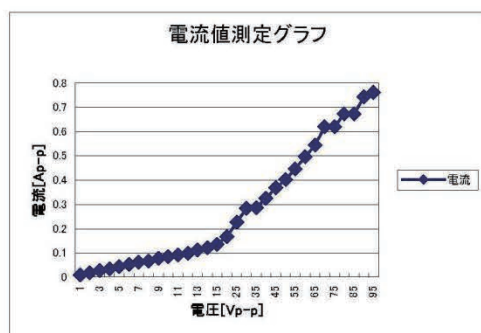


図3 HEC-45282V-I 特性

測定の結果、定格電流を得る為には100Vp-p以上の印加電圧が必要であることが分かった。現在、250Vp-pを出力する回路を製作中である。

5.4 注水・排水機構

グリル内部への注水および排水は、それぞれ電磁弁を使用した。電磁弁の制御は、H8マイコンからの信号をソリッドステートリレーを介して行い動作させる。

6. 完成モデルでの実験・結果

完成モデルを用いて、予備実験と同様の洗浄実験を行い、洗浄装置としての機能を確認した。図4に完成モデルを示す。



図4 完成モデル

完成モデルを用いて、魚を焼いた直後と洗浄後の蛍光発光量を測定した。焼き網の汚れの量を紫外線測定装置により計測したデータを図5に示す。縦軸が電圧、横軸が洗浄時間である。測定機には、検出した汚れの量に比例した電圧値が表示される。

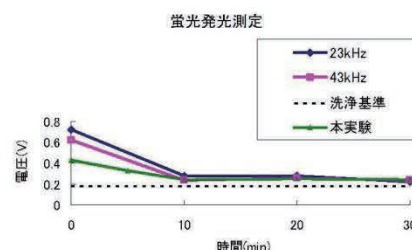


図5 実験結果

焼き網を手洗いで洗浄した場合の蛍光発光測定値を洗浄基準とし、本実験の結果から10分程度で汚れが落ちることが確認できた。

7. まとめ

今回開発した装置を用いて自動で洗浄を行うことにより調理後の洗浄の手間が省けた。二面接触にするため、アルミブロックの内側を切削加工することで平面度を保ち、組み付け時の水漏れを防いだ。

超音波発信回路とその他の回路を分けた事により、回路作成の簡略化や安全面の確保が行えた。

また、水槽内に臭いが残ること、底板にゴミが残ることなどの問題点を改善していく必要がある。

参考文献

- 1) 本多電子、HEC-45282 データシート
- 2) 五十嵐 茂、超音波振動子設計資料