

# 課題研究での取り組み —— 盲導犬ロボットの試作 ——

岡山県立笠岡工業高等学校 電気科 小林秀寿

中国地方、瀬戸内海に面して気候の穏やかな岡山県、「2005晴れの国おかやま国体」開催にむけ県民気運が盛り上がっている。本校は県の南西部、西は広島県と接し、南はカプトガニの保護地区のある瀬戸内海に面した、自然豊かな笠岡市にあり、昨年創立60周年を迎えた。電子機械科・電気科・土木科があり、全校生徒480人と小規模でのんびりとした雰囲気のある学校である。

## 1. はじめに

本校では、十数年来3年生の授業カリキュラムの中で課題研究を行ってきている。生徒自ら課題を見つけ、研究し、問題を解決してゆき、その成果を年度末に発表するという形態をとっている。

3年生にとっては、1・2年生の前で発表しなければならないという適度なプレッシャーがかかり、1・2年生には、3年生がどのような課題を見つけ、どのように問題解決をしたか等、来年度、再来年度での自分たちの課題選びの参考となる。

また、報道機関（新聞社、ケーブルテレビ局）も毎年取材に来ており、小さな記事ではあるが地方版に掲載されている。

## 2. なぜ「盲導犬」？

課題研究では、3年生を6～10人程度のグループに分け、それぞれのグループで課題を見つけるとするのが本来の姿であるが、なかなか課題を見つけられないでいた。そこで、教員側よりヒントとして「電子回路を用いて動くおもちゃ」というキーワードを示したと

ころ、ヒントをもとに課題を見つけるための話し合いが始まった。「おもちゃ」から「ロボット」に、さらに「ペットロボット」や「二足歩行ロボット」など色々話はずんだ。最終的に「犬型ペットロボット」の製作で話がまとまりかけていたとき、ある生徒から、せっかく犬型ロボットを製作するのなら、人の役に立つロボットにしてはどうか、という意見が出てさらに話し合いを続けた結果、「盲導犬ロボット」の試作という課題で全員の意見がまとまり、研究が始まった。

本校電気科に身体的な障害のある生徒が入学してくることもある。2年前になるが、この学年にも障害のある生徒が在籍していた。1年生の時から、障害のある生徒がクラスメイトとして普段から学校生活を送っており、その生徒を気遣ったり、手助けすることは誰に教わることもなく、自然発生的に生まれてきていた。「人の役に立つロボット」という意見が出てきたのも、このような学校生活を過ごしてきたからかもしれない。「盲導犬クイール」が話題となっていたのもこの年の夏ごろのことである。

### 3. 盲導犬とは

「盲導犬ロボット」を試作することに決定したのはいいが、テレビの番組などで少し見た程度でしかなく、身近に盲導犬はいないし、詳しいことを知っている人もいないので、インターネットを利用して調べてみることにした。

現在の日本では、視覚に障害のある人は約35万人、そのうち全く光を感じない人は約10万人いる。

これに対して、盲導犬として活躍している犬は約900頭、1年間に育成される盲導犬は約120頭、盲導犬として活躍できる期間は約10年、視覚に障害のある人が新たに盲導犬を手にするのは難しく、まだまだ不足している現状である。また、盲導犬を育成する訓練士の方も不足しており、一朝一夕に盲導犬の数を増やすことは難しい。

### 4. 盲導犬のする仕事

盲導犬は、盲導犬ユーザー（使用者）と一緒に歩き、交差点や道の分岐点で必ず止まり、ユーザーに知らせる。その後、ユーザーの指示により指示された方向へ誘導する。

階段・段差があれば一旦停止し、上りでは前足を一段目にかけ、下りでは段差の直前で停止し段差を知らせる。

キップの自動券売機の位置や自動改札の位置とキップ投入口の位置、空いている椅子の場所や歩道橋の場所などへ指示により誘導し鼻先で示す。

盲導犬は、ユーザーの行きたい場所や地図を覚えているのではなく、地図はユーザーが覚えておき、行きたい場所までの道順を考え、移動中要所要所で盲導犬に指示する。

また、色の識別判断はできないので、交差点での信号の状態は、ユーザーが周りの音などを頼りにして青赤を判断する。

ユーザーから「ゴー（前進）」の指示があっても自動車などの接近で危険と判断した場合は停止したままにいる、「賢い不服従」をする。

背の低い犬には通れても、人では通れない高い位置の障害物を判断し、人がぶつからないように誘導する、等々である。

### 5. 盲導犬ロボットの機能

盲導犬の担っている仕事をロボットにすべて持たせて実現することは難しいので、機能を絞り込み、次の2つの機能を持たせることにした。

第一は、壁面から一定距離を保ちながら、壁面に沿って移動する。

第二は、進行方向に、動く物体があると停止する。

第一の、壁が連続する道は、現実にはあまりない特殊な道となるが、試作ということでこの条件とした。

第二は「賢い不服従」の実現と考えた。

### 6. 盲導犬ロボットの設計

#### 1) ロボットの大きさ

盲導犬として育成される犬種はラブラドルレトリバーが多いので、ラブラドルの標準的な体格とし、体長約90cm、体高約60cm、体幅約20cm程度とする。

#### 2) 移動方法

四足歩行での移動は難しいということで、車輪での四輪駆動とした。

視覚に障害のある人が盲導犬と歩くところをテレビなどで見ると、障害を感じない速さで歩いていた。

直流のギヤードモータ、最大効率時のトルク約30kgcm、回転数82rpmを使用し、歩く速度を50m/分とすると、タイヤの直径が約19cmとなる、ラジコン用のオフロードタイヤ

で直径17cmのものがあるのでこれを使用する。

駆動制御には、直流モータドライブICを使用する。

### 3) 壁センサ

超音波距離センサを使い、壁との距離を測定する。ロボットの胴体部左側の前と後ろに取り付ける。

前後のセンサで壁との距離を測定し、その距離差によって左右のモータの回転数を変化させ、壁に沿って移動するようにする。

### 4) 前方動きセンサ

超音波ディテクタセンサを使い前方に動くものがあればそれを検知する。「賢い不服従」を実現するためのセンサである。

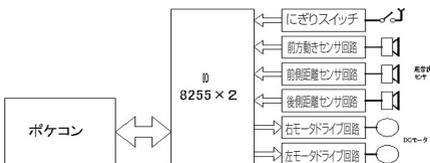
### 5) ロボットの操作

盲導犬であれば、ユーザーの言う「ゴー」「ライト」「レフト」などの言葉を聞き分けて動き始めるが、音声認識の回路をロボットにつけるのは、次の段階と考え、今回は簡単なスイッチ操作とする。

盲導犬に付けたハーネスにより、ユーザーが盲導犬の動きを把握するが、このハーネスに複数のボタンやスイッチを取り付けることはできないので、自転車のブレーキレバーのような「にぎりスイッチ」を取り付けることにした。

### 6) ロボットの頭脳

Z80, PIC, H8, SH8などのワンボードマイコンが考えられたが、使いこなせるようになるまでの時間を考えると、各自が所有し普段使っているポケコンを頭脳とし、BASIC言語でプログラミング開発をすることにした。



全体の回路構成

## 7. ロボットの製作

### 1) 本体 (胴体, 頭, 足)

L型アルミアングルをそれぞれ直方体に組み胴体と頭にする。足はアルミアングルを向かい合わせにしてコの字型とした。

### 2) タイヤ, モーターの取り付け部

1mm厚の鉄板を折り曲げて、モーターマウントを作り足に固定した。

タイヤホイールの中にモーターが半分くらい入るかたちとなる。

### 3) 壁センサ

超音波距離センサキットを組み立て、7セグメントLEDの表示部よりデータを取り出す。

### 4) 前方動きセンサ

超音波ディテクタセンサキットを組み立て、頭部前面に取り付ける。

### 5) ハーネス, にぎりスイッチ

ハーネスには細いアルミアングルを使用し、手で握る部分は木製とした。

にぎりスイッチは、リミットスイッチと直径5mmのアルミ棒を使い、自転車のブレーキレバーのように形作った。

### 6) ポケコンインターフェイス

インターフェイスは8255 (PPI) を2個搭載したものを使う。

### 7) 電源

電源は12Vの鉛蓄電池、容量7Ahを胴体中央に配置し、三端子レギュレータにより必要な電圧をそれぞれに供給している。



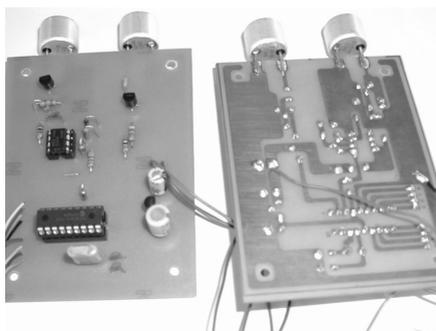
ポケコンとインターフェイス

## 8. プログラム開発

BASIC言語でプログラムの開発をする。まず、モーター制御や距離測定など、それぞれの働きを確認するプログラムを作成し、実際の動作を確認する。その後、盲導犬ロボットとして動作するためのプログラムを作成する。

## 9. 動作確認, テスト走行

それぞれについて動作確認を行った。モーター制御と前方動きセンサは問題なく動いたが、距離測定のプログラムを実行させると、ポケコンに取り込まれるデータは正確な値を示していない。いろいろ原因を考えて改良を加えてみたが、どれもうまく動いてくれない。そこで、距離センサ回路をPICを使って自作することにした。これにより距離データをきちんと取り込むことが出来た。



自作した距離センサ

全体を組み立て動作させてみた。電源投入後には問題なく動作するが、前方動きセンサが移動物を検知し一旦停止すると、それ以後の動作がおかしくなる。電源ラインからのノイズの回り込みが原因とわかり、別電源にすることにより問題は解決した。

校内でテスト走行を重ね、プログラム等に細かな修正を加えていった。

設定していた機能

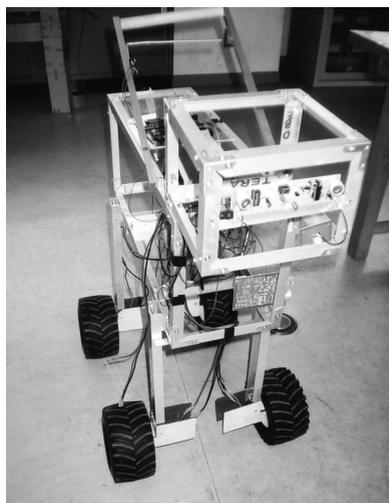
第一 壁面から一定距離を保ちながら、壁面に沿って移動する。

第二 進行方向に、動く物体があると停止する。

この2つをなんとか実現しているので、一応の完成とした。

## 10. おわりに

今回は1号機の製作過程などを書いたが、課題研究で「盲導犬ロボット」に取り組むのは今年度で3年目となり、今まで製作した1号機、2号機は現実に使えるものとはほど遠く、色々改良を加えながら3号機の製作に取りかかっている。高校生の技術レベルでは実用に耐えるものではないかもしれないが、本校で「盲導犬ロボット」を試作していることを、いろいろな機会を通じ、近隣の中学生や地域に対して発信していき、障害のある人もともに安全に暮らせる社会の実現にむけて啓発していきたい。また、課題研究発表会で本校生徒にも、障害のある人や福祉について関心を持ってもらいたいと思っている。



自作した盲導犬ロボット