

# マイコンカーの高速化 –ものづくり人材育成のための教材開発–

石川県立大聖寺実業高等学校  
電子機械科 古場田良之

## 1 はじめに

ものづくり人材育成のための専門高校・地域産業連携事業が各地で行われている。これは、「2007年問題」や若者のものづくり離れ等が社会問題化する中で、技術の継承や若手のものづくり人材の育成が急務となっているからである。また、我が国の製造業を中心とした経済発展は、専門高校が現場を担う人材を育成し、現場の高い技術力の維持・強化に貢献したことが大きな要素である。近年、産業社会の技術革新が急速に進む中で、専門高校生がより高度な実践力を習得するため、専門高校における教育の一層の充実が求められている。このため、文部科学省は、経済産業省と共同で、専門高校と地域産業界が連携（協働）して若手ものづくり人材を育成するための取組みを実施している。この事業の中で地域産業の方々と共にマイコンカーの研究開発を行っている。

マイコンカーは、コース上の白線から外れないように自走するロボット車で、マイコンカーラリーはその速さを競うものである。この教材としての特徴は、生産現場の工程を全て体感できる所にある。具体的には、生徒が授業で習った製図の技術を使ってアイデアを図面化し、それを基にして工作機械を使って高精度な部品を削り出す。更に製作した部品と購入した部品を組み立てて製品化していくのである。その後製作したものをコース上で走らせることで興味関心が倍増するため、学習に一連の流れができ変化もあるため持続しやすいものとなっている。そして「もっと速くしたい」という夢を実現するために、試行錯誤による課題解決型学習がレース当日まで続くのである。



写真1 2007年度全国大会出場マシン

## 2 コース

コースは幅 30cm でセンターラインと、コースの端に白線が引いてある。ストレート・R600mm カーブ・R450mm カーブ・クランク・車線変更・坂道の各パーツを組合せコースを作るので様々なバリエーションが考えられる。

北信越大会では予選ではコースの試走が認められ一度はコースを走らせて調整することができる。しかし、決勝では予選の逆周りを試走なしで走るためかなり完走率が落ちてしまう。とはいえ予選・決勝とも2回ずつ走れるため、2回中一回完走すれば結果は残すことができる。

全国大会では、決勝はもちろん予選のコースも試走はもちろん、コースの形すら見ることができない状態で本番となるのである。しかも一度でもコースアウトしてしまえば、折角札幌まで行きながらそこで終了となってしまいう過酷なレースである。

### 2-1 坂道

坂道では、車速が 3.3m/s を超えると凸の部分でジャンプするようになる。地区大会でも坂道を登った直後にカーブがあるので、ジャンプしてし



写真2 坂道

まうとグリップが落ちているのでカーブを曲がりきれずコースアウトしてしまう。従って速く走れる車は必ず坂道検出用のセンサを持っていなければならない。

## 2-2 急カーブ

長い直線でスピードが出ている状態でカーブに差し掛かると滑ってコースアウトしてしまう。これを防止するには直線のスピードを落とすことも考えられるが、先読みをしてできる限り早めにブレーキングを開始することで回避するのが望ましい。

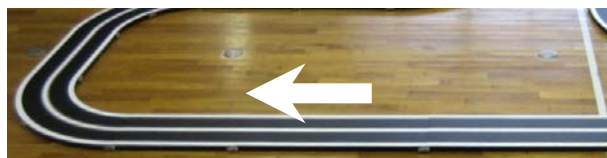


写真3 急カーブ

## 2-3 車線変更

写真4のように車線変更の手前には予告のため2本線がコース半分に引いてある(ハーフライン)。その後、任意の長さでセンターラインが途切れ、車線変更を開始する。如何にハンドル切れ角を小さくし減速せずに走り抜けるかがポイントである。

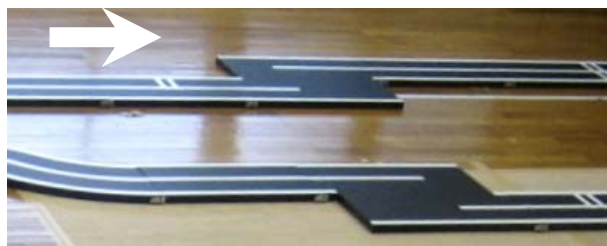


写真4 車線変更

## 2-4 クランク

写真5のようにクランクの手前には予告のため2本線がコース全幅にわたって引いてある(クロスライン)。その後任意の長さで右か左かに直角に曲がる。制御では、直角に曲がれる限界の速度まで急ブレーキをかけ、クランク部では急ハンドルをし、センターラインを見つけたら急加速をする。というコースの中で最大の難関であり、見せ場でもある。



写真5 クランク

## 2-5 蛸壺

全国大会へ行くと写真6のような通称蛸壺と呼ばれる部分がある。この部分はスピードをしっかりと落とすことができればクリアは比較的簡単である。しかし、逆にスピードダウンし過ぎない様な工夫をしなければならない。蛸壺か否かを判断する方法が見当たらず苦慮している。



写真6 蛸壺

## 3 車の仕様と戦績

私自身は2004年度からマイコンカー製作の指導をはじめ、今年で5年目を迎えた。最初は、北信越大会で速かったチームの車を研究し、その車を目標にして研究を進めた。その過去4年間の車の主要な仕様とマイコンカーラリー北信越大会での成績を次に記しておく。

表1 過去の戦績(北信越大会)

大会年度	タイム(距離)	駆動方式	ラインセンサ	舵取りサーボ	速度検出	その他特徴	備考 大会での成績
2004	18"48 (50.23m)	後輪駆動 4モータ	デジタル8	市販品 デジタル式	なし		全国大会進出
2005	20"71 (50.24m)	簡易4輪 4モータ	デジタル8	市販品 デジタル式	なし		
2006	19"98 (50.40m)	簡易4輪 6モータ	デジタル8	市販品 デジタル式	有		全国大会進出
		4輪駆動 4モータ	デジタル4 アナログ2	自作	有		北信越大会でコースアウト
2007	14"61 (50.65m)	4輪駆動 6モータ	デジタル5 アナログ2	自作	有	先読みセンサ	全国大会進出

### 3-1 2004年度の取組み

写真7のように、前輪駆動2モータで市販アナログサーボと市販デジタルセンサを使ったタイプを作り、アルミ製ホイールでアルカリ電池を使用していた。また、コースも紙製であり本番のコースとも色が異なり調整が難しかった。

そこで写真8のように軽量で低重心なものを目標とし、後輪駆動4モータで市販デジタルサーボに変更し、ホイールは樹脂製としニッケル水素電池を使った。それと同時に本番のコースを常設し走行テストができるようにした。モータの数は増えたが5%程度減量ができ、速度も30%程度速くなった。しかし、コースアウトの度に壁などに衝突しフレームが変形し、調整に手間がかかる車であった。

この年、北信越大会で石川県トップという枠で全国大会へ行くことになった。しかしこの頃から急加速時にCPUがリセットしてしまう現象に悩まされ、全国大会でもリセットがかかってしまい結果を残すことができなかった。

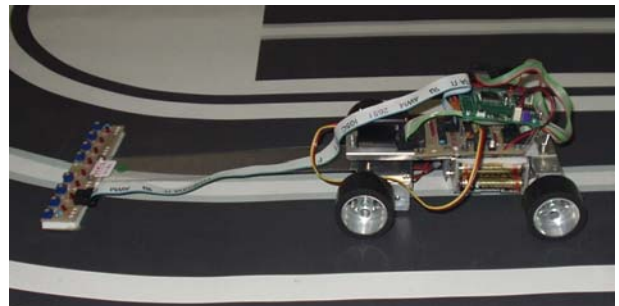


写真7 2004年度試作マシン

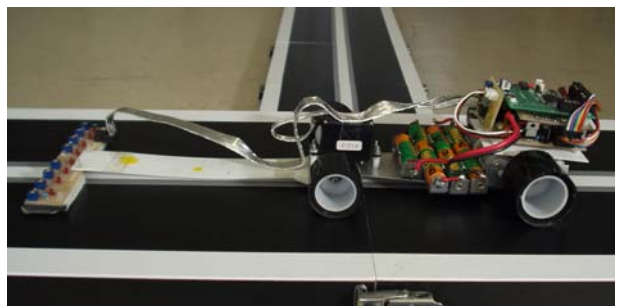


写真8 2004年度全国大会出場マシン

### 3-2 2005年度の取組み

この年はリセット対策に明け暮れた。基本的な構成はほとんど変えず、衝突時の車体の変形や電池のメンテナンス性を考慮した変更をしたり、左右2系統の制御で走る簡易的な4輪駆動車も試作したりいろいろ試してみた。結果はリセット対策のために速度を落とす必要があったため全国大会には行けなかった。

その後の研究でようやくリセットの原因が判

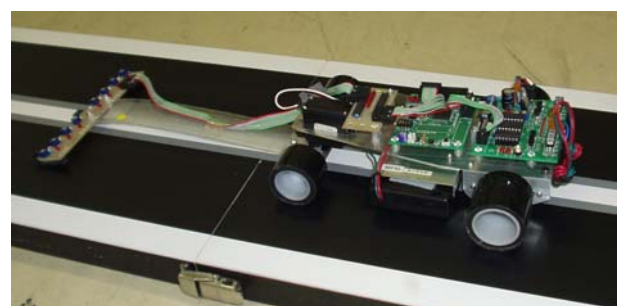


写真9 2005年度のマシン

明した。それは、CPUの誤動作を防ぐために電源電圧が4.5V以下になるとリセットがかかる仕組みになっていたからであった。2モータのときは急加速でもそこまで下がらなかったが、4モータ仕様になると4.1V程度まで電圧が下がりリセットがかかってしまっていたのである。そのリセット電圧を3V程度まで下げることでリセットは以降かからなくなった。メーカーにも問い合わせたが、マイコンカーで使用する場合にのみ良いとのことであった。

### 3-3 2006年度の取組み

この年は、写真10のような簡易的な4輪駆動と速度制御のプログラムと走行の評価を行った。速度制御のためスリット付の円盤をレーザー加工機で製作し、ロータリーエンコーダを試作した。

結果は、簡易4輪駆動は通常のカーブや直線では問題なく走行できるが、クランクでは前後輪の速度差をつけなければスムーズに曲がれないため、速度は落ちてしまうことが判明した。

また、同時に写真11のようなアナログセンサと自作サーボを組み合わせたステアリング機構にも着手した。この基板は、石川県情報システム工業会を通して、地元の企業の方々と共に開発をした。この1枚の基板で5つのモータを同時に制御し、アナログセンサ・速度センサ・坂道センサ等の信号処理と、液晶パネルを使ったパラメータ変更やEEPROMによる走行データ収集ができるようになっている。しかし、ソフトウェアが完成できず大会では完走することはできなかった。



写真10 2006年度全国大会出場マシン

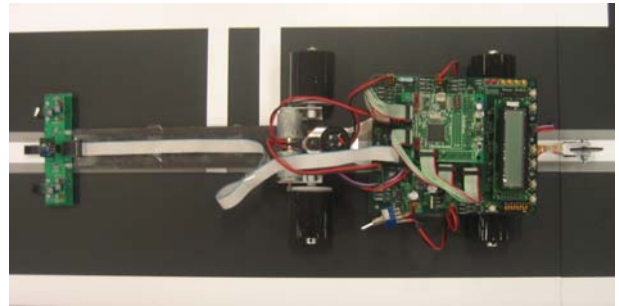


写真11 2006年度試作マシン

### 3-4 2007年度の取組み

この年は、アナログセンサ基板とモータドライブ基板の軽量化と、自作サーボのソフトウェア作りに専念した。アナログセンサは数グラムでも重さが変わるとステアリング性能が変わることが判明し、北信越地区大会終了後に設計変更し軽いものを製作した。また、他のチームでは先読みセンサは、ラインセンサの前側に突出させるタイプが多いが、ステアリング性能に影響が出ることは明白だったので、車体にホトリフレクタをつけることにした。

結果は北信越地区大会では、トップチームに並ぶ速さにまで到達した。しかし、全国大会では速さはあるが確実性がなく車線変更部分でコースアウトしてしまった。原因は、ステアリング角度制御の方法が確立していないことであると思われる。

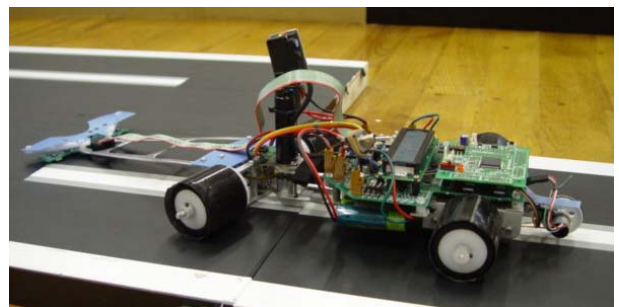


写真12 2007年度全国大会出場マシン

#### 4 自作サーボ・アナログセンサ開発

2005年度は悲惨な結果に終わったため、2006年度から自作サーボとアナログセンサを組み合わせたタイプの車に対応した基板の開発に着手した。その基板で次の6つの夢を叶えるもの考えた。

- ①ロータリーエンコーダを付け速度制御をする。
- ②アナログセンサにて細やかなトレースをする。
- ③走行用と舵取り用の5モータを同時制御する。
- ④自作サーボで速くて力強いハンドルさばきをする。
- ⑤液晶パネルをつけて走行モードを素早く変更する。
- ⑥メモリを搭載して走行状態を解析できるようにする。

解決策としては、①④⑤⑥は市販品を使用することが考えられるが、②③については市販されていないので自作することしか考えられない。

上記の基板を別々に購入・製作して追加していくと重心が高くなったり、ケーブルが多くなって信頼性が落ちたりするので、これらの機能を1枚の基板に集約することを考えた。ただ、この基板を開発するにあたり人材育成という観点から、利害を次のように整理してから実施した。

開発による欠点は、半田付け作業が極端に少なくなったり、電子回路部品を手で触れられなくなったりすることである。また利点は、その浮いた作業時間を使って車の設計・高精度部品の製作・電子回路の学習・ソフトの学習・不具合の原因究明・改善提案といった考えたり論議したりする時間を多くできるということである。

2006年度版では生徒たちに半田付けをしてもらう箇所を残し、表面実装の小さなICについては業者に組立ててもらおうタイプの基板(写真13の2006年度版参照)を開発した。この基板は重い物になってしまい重心も高くなったため、実際には使えなかった。そこで、2007年版では、軽量化のためにほとんどの部品を表面実装して、業者に組立ててもらおうタイプのものを開発した。(写真13の2007年度版参照)

2007年度版が完成したころアナログセンサ基板の販売が始まった。このセンサ基板の形、大きさや基板上の素子などがほぼ同じであり驚いた。(写真14の右から2番目参照)しばらくして①⑤⑥の機能はないが5つのモータを同時制御するモータドライブ基板の販売も始まった。2007年度版の完成で、当初考えていた通り作業の時間が減り、学習したり考えたりする時間が増大した。そして自分の意見を出したり他の人の意見を謙虚に受け入れたり、技術的なコミュニケーションが少しずつ取れる教材へと変化してきた。この能力はマニュアル通りに働ける人より大切なものであり、地元産業界が求める人材であると信じている。

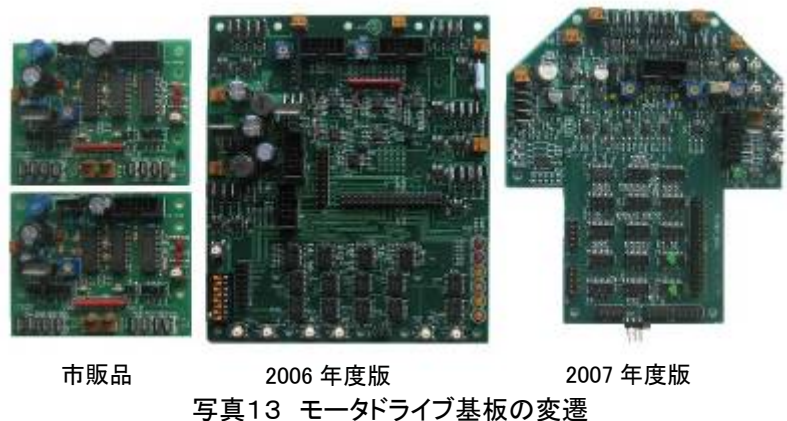


写真13 モータドライブ基板の変遷



左から、市販品・2005年度版・2006年度版・2007年度版・2007年度改良版

写真14 センサ基板の変遷

## 5 最近の取組み

今年 2008 年 2 月には、図 1 と 2 に示すようなハードウェアとソフトウェアの解説書を作り、石川県教育センターの研修の場を借りて、マイコンカーの研究をしている指導者を集めて講習会を開催することができた。本件のレベルがもっと上がり互いに技術交流ができればと願っている。

また今年度は、昨年度の全国大会で失敗したことが再現されないようにソフトウェアを改善し、直前の調整も念入りに行うことにしてみた。その結果、5 月 24 日の「マイコンカーラリー in e-con ishikawa 2008」では、本校からは 6 台がエントリーし、参加全車両の完走率が 36% という低いレベルの中で本校は 6 台全てが完走でき、しかも 1 位～6 位を独占した。この大会に、ジャパンマイコンカーラリー 2008 一般の部で優勝した富山県の方を招いてデモ走行もしていただいた。その車より本校の 4 台の車が早いタイムで走り抜けていたことは評価できる。今後もこれまでより軽量で確実性の高いマシンを製作するのが目標である。

最近では、生徒たちのモチベーションもあがり、いろいろな意見やアイデアがでてくるようになり、勢いが感じられるようになってきた。やはり実績が自信につながったのであろうか。

## 6 おわりに

これまで石川県内の工業高校のロボットに関する技術レベルは高くなかった。マイコンカーという教材を通して、本県が全国レベルに近づいたことで、県内の指導教員や活動する生徒にやる気を喚起させることができた。本研究にご支援ご協力を下さった文部科学省・経済産業省・石川県教育委員会・石川県産業創出支援機構・石川県情報システム工業会・及び(株)PFU・(株)横山商会様に感謝申し上げます。

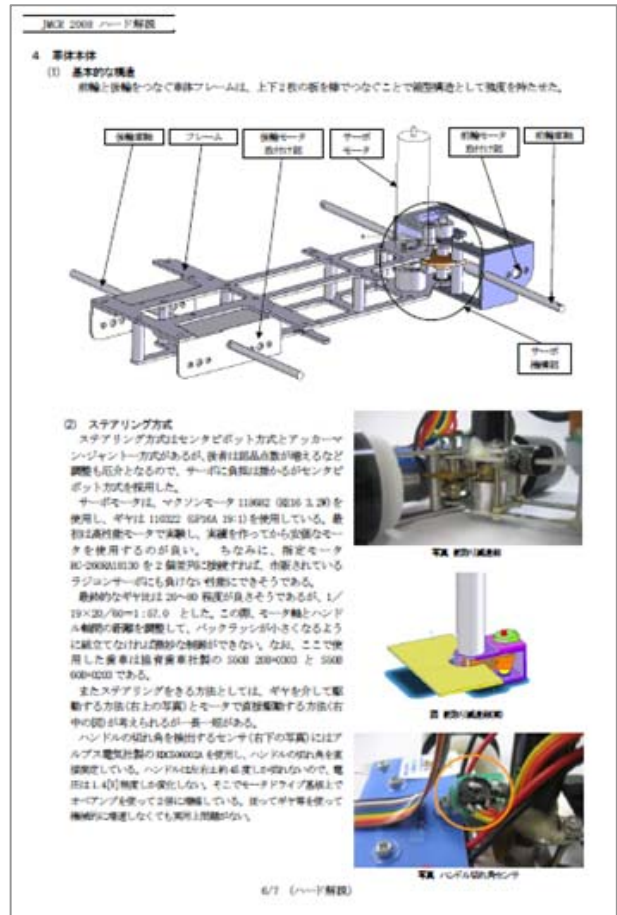


図1 ハードウェア解説書

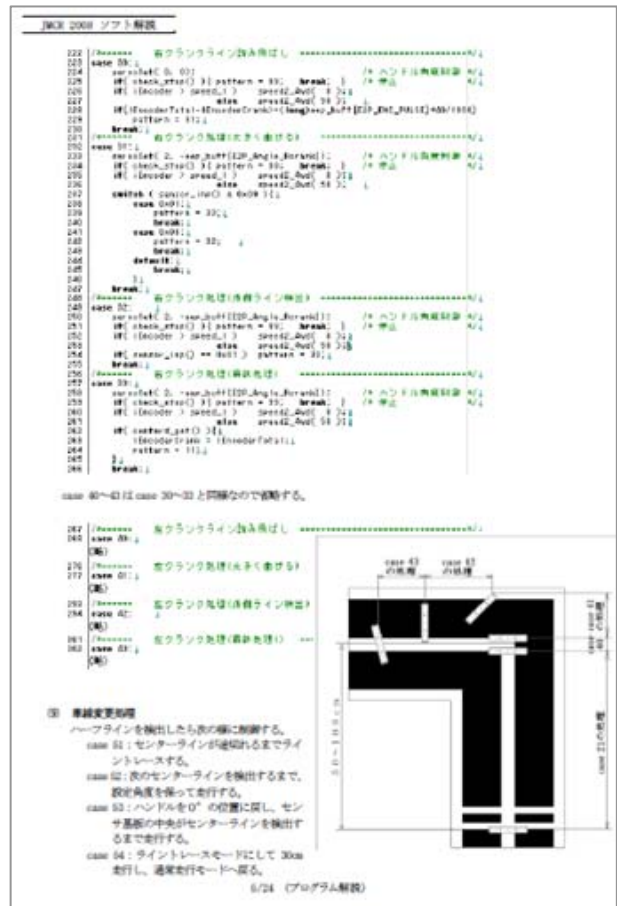


図2 ソフトウェア解説書