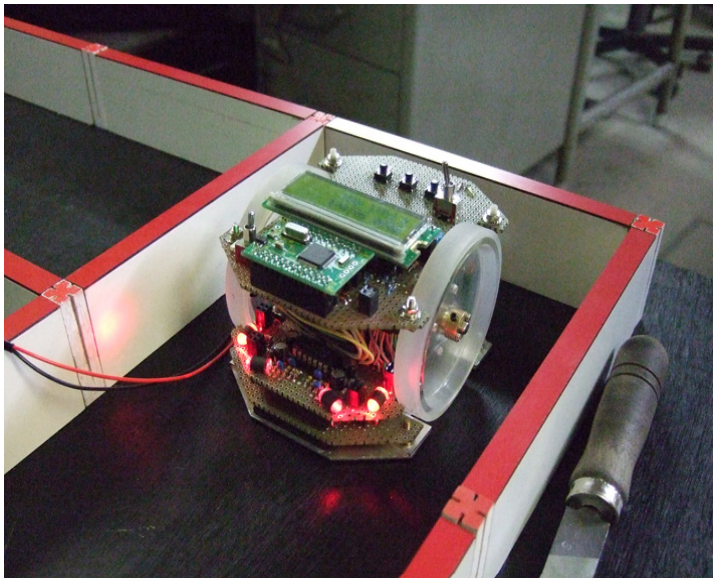


マイクロマウス「天津風」報告書

溝部和也



サイズ	L112×W92×H82[mm]
重量	890[g] (電池含)
CPU	AKI H8/3694F
モータ	OrientalMoter PK243-01A
電源	AAA NiMH×12 14.4V
車輪	自作 φ75 W10 アクリル+シリコンゴム
探索	コピペ足立法
高速走行	非円弧スラローム走行
記録	00:14:297 フレッシュマン3位

1.設計思想

ステッピングモータを使う以上、回転速度を上げるとトルクが薄くなり、制御性の悪化、そしていざ脱調してしまうことは避けられない。ゆえに、速く回すと脱調するなら速く回さなければいけないという単純な思想の元でマシンを製作することとした。そのため、車輪径を大きく設定。そして、大きくなった車輪径に対応するため、モータは大きさ、重量よりトルクを重視。……と、いろいろ御託は並べられるが、車輪はでかい方がいい、モータは強い方がいいという NHK2008 によるアニキ思想に脳が染まっていることがこの設計思想の理由かもしれない。

2.設計

・機械部設計

走行速度を下げずに回転速度を抑えるためには、二つの方法が考えられる。一つは、歯車により増速する方法、もう一つは、車輪径を大きくする方法である。前者は重心の上昇を避けられるが、モータにステッパを用いる場合、大きさの制約の大きいマイクロマウスでは非現実的である。後者は、モータの取付位置も上昇してしまうため、重心の上昇の問題があるが、スペースの問題はない。よって、今回は後者の方法、車輪径を大きくする方法を選択した。車輪径が大きくなれば、当然モータに求められるトルクは大きくなる。そのため、RUR でよく用いられる日本サーボ製の KH39FM2-801 ではなく、オリエントアルモータ製の PK243-01A を選定した。このモータは、一つ 210g で、KH39 の約 1.3 倍の重量があるが、静止トルクで約 1.8 倍ある。単位重量あたりのトルクは 1.3 倍ある。また、このモータは去年使用したが、感覚的にオリエントアルモータのモータは低速から高速まで粘り強いコシのある回転をする。実際のデータシートを見ても、高回転域でも KH39 に比べてトルクを維持している。このモータの使用により、マシン自体の重量は増加しているが、パワーウェイトレシオ(出力/重量比)は向上している。

マイクロマウスに使用できるφ75の車輪は市販されていないので、旋盤を用いてアクリルから削り出して製作することとした。車輪のゴム部には、シリコンゴムのシートをリング上に繋いで用いることとした。

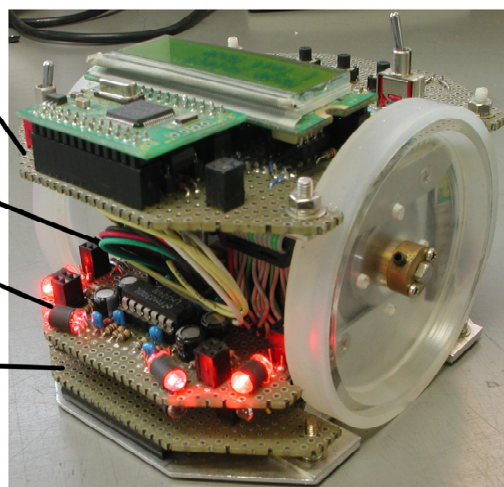
回路基板の配置については、何度もCAD図面上で試行を繰り返して決定した。モータを高い位置に設置したことにより、モータの下にはスペースが生じた。このスペースを有効活用するため、ここにモータドライバ基板を入れることにした。センサ基板は、このモータドライバ基板の上に配置した。この配置には、大きな理由がある。ステッピングモータを使用したマウスの場合、少々回路の位置が高くて重心が上がることも、基板の重量に比べ、モータの重さが非常に重いため、影響は微々たる物である。極端な話、ステッパーの上にならずたかく回路が積み上がったとしてもあまり影響はないだろう。しかし、このセンサー基板の位置だけはしっかり考えておく必要がある。なぜなら、あまり高い位置にあるとセンサーで壁を読みにくくなってしまふからである。センサーの位置が壁より高くなってしまふのは論外だとしても、壁の高さぎりぎりに配置してもセンサーの値は非常に読みづらくなる。去年のマウスでは、このセンサーの位置が高く、センサの値の変化が小さくなり、非常に制御がやりにくかった。センサーの位置は、最も高くても、1区画先の前壁に照射したLEDの光が全て壁の上にはみ出さない位置より少ししたくらいでないと読みにくい。今回は、その反省を生かし、センサー基板はかなり低い場所に配置した。マイコンを乗せるマザーボードはステッピングモータの上になったが、このことにより、モータドライバ・センサ基板との距離

マザーボード

昇圧基板用
スペース

センサ基板

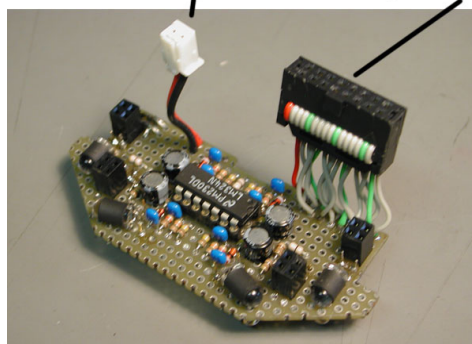
モータドライバ
基板



が長くなり、通常のようなピンヘッダによる連結はできなくなったため、コネクタとフレキシブルケーブルを用いて配線することにした。ただし、モータドライバへの電源供給は、比較的大電力であるため、フレキシブルケーブルに割り振るのは5Vラインや信号線のみとし、電源は別にXAPのコネクタを用意し、配線した。モーター一つの消費電力が1A程度あるため、安全をみての対応ではあるが、実際はそこまでなくても、AWG28のフレキシブルケーブルなら大丈夫だとは思う。

モータ電源用コネクタ

信号線用コネクタ



今回は実際には使用しなかったのだが、センサ基板上には昇圧基板を乗せられるようにピンヘッダを配置している。

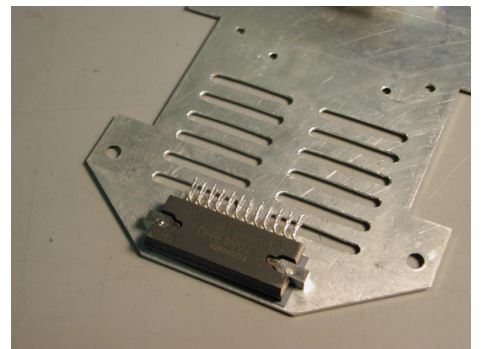
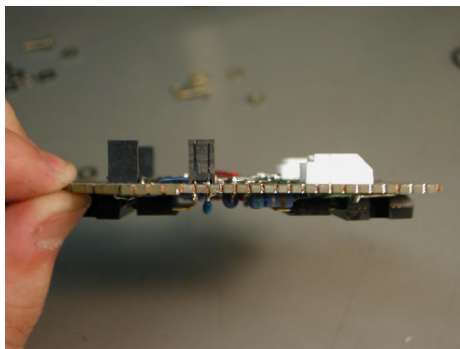
前回のマウスの反省として、電池の置き方と言うことがあった。去年は少し狭い場所に無理矢理押し込んで固定していたが、どうしても不安なため、ばね蝶番で電池をモータに押しつけることで固定することにした。

・回路部設計

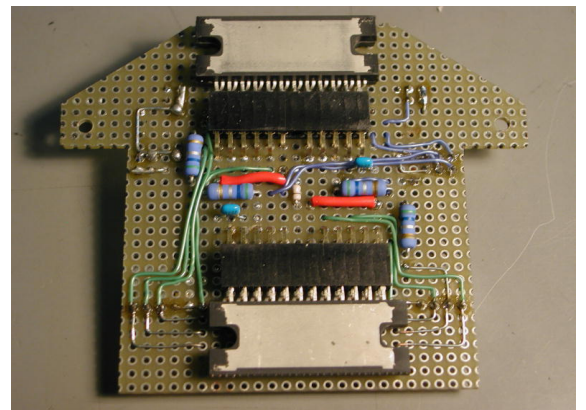
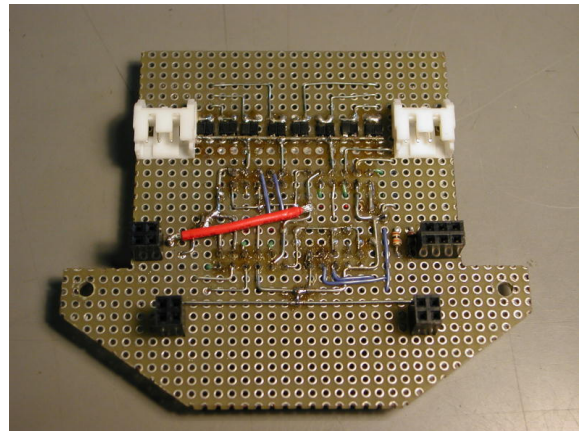
回路図自体は、センサ部は BasicMouse の物、モータドライブ部はいつも RUR で使用されている TA8435HQ を用いた物を使用した。回路を設計するに当たって、特に注意したことは、出来る限りジャンパー線を減らすことである。

去年のマウスでは、センサ基板のジャンパー線がまるでそうめんのように折り重なり、基板が見えなくなるほどであった。配線のミスの原因になることに加え、ハンダ付け部が配線の下に隠れてしまっていたため、ミスの修正は困難を極めた。ただ、ジャンパー線を一本もなくそうとすることは時間の無駄である。自己満足は得られるが、労力に比べてあまり利益がない。センサの LED は、前方は去年 1 区画先の前壁が読みにくかった経験から、超高輝度の OSHR5111A、ただし、側面にこの LED を用いると輝度が高すぎてセンサー値が飽和しやすいため、側面センサには TLRH180P を用いた。

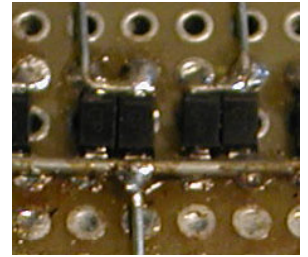
今回は、モータ下のスペースにモータドライバを入れなくてはならないので薄く作らなければならなかった。L 字のピンソケットを用い、TA8435 を寝かせた。また、IL コネクタは分厚いため、千石



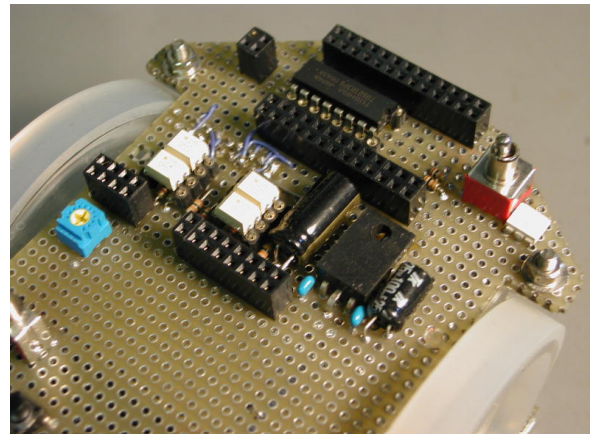
で売っていたヒロセの HRS コネクタの L 字タイプを用いた。IL よりやすいことに加え、小さく、全長が短い割に 3A 流せる。ただ、少しばかり抜きにくいのが難点と言えれば難点か。TA8435 はトランジスタを使用した IC であるため、発熱が大きい。そこで、せっかくドライバ基板を一番下に配置するならということで底板に IC を固定し、マシンそのものをヒートシンクとすることにした。これにあわせ、底板にスリットを入れ、放熱性を向上させた。TA8435 は定電流ドライバであるが、このとき流す電流は外付けの抵抗と基準電圧によって決められる。この基準電圧は TA8435 の REF IN 端子の Hi-Lo で替えることができるため、マイコンから切り替えることができるようにし、瞬間的に電流をブーストできるようにしてみた。



モータドライバを製作するときに、最も大きな部品の一つとして、SBD(ショットキーバリアダイオード)がある。SR340 を用いると非常に大きくなってしまったため、チップ部品を用いることにした。秋月の SS2040FL は耐圧 40V、電流は 2A 流すことができ、比較的サイズも大きいため、チップ部品としてはハンダ付けが容易である。一応、安全を見て 2 並列で使用することにした。



マザーボードは特に特徴はないが、センサ LED 用のトランジスタアレイが載っている。配線上も、ノイズなどの問題からも、センサ LED 用であればマザーボード上に配置しても問題ない。モータドライバのフォトカップラもマザーボード上に配置してある。これも電力が小さく 01 のデジタル信号であるため、配線長が伸びても問題がない。



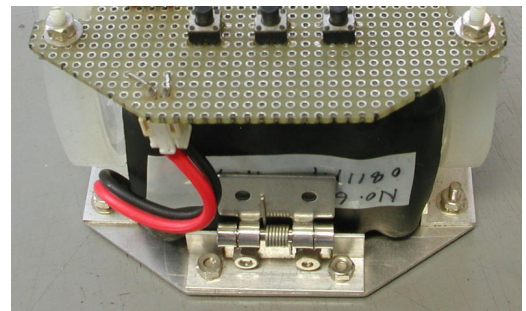
3.製作

・機械部製作

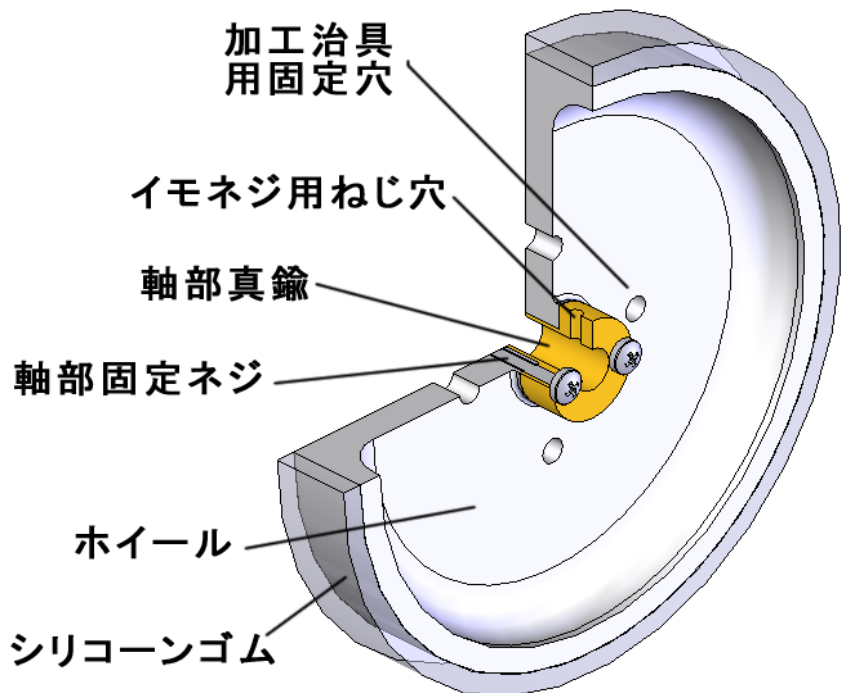
車輪を大きくするに従って、モータを高い位置にマウントしなければならなくなった。通常、モータの固定には 10mm アンクル材を用いるが、今回は高さが足りないため、この方法は採れなかった。ベンダを使用して板材をアンクル状に曲げる方法もあるが、この方法は精度が出しにくい。モータに直接車輪を取り付ける方法では、このモータの固定の精度がそのままマウスの精度になるため、この方法は避けた。そこで、30 × 15 の角パイプの角を切断し、大きなアンクル材として使用した。また、通常は、モータの下部が底板に接触するため、モータが斜めになることはないが、モータを高い位置にマウントしたことで、アンクルだけでは強度が不足し、モータが逆ハの字型に開いてしまう。そのため、上部にもコの字型の部品を製作し、開いた上部を押さえつけるように固定した。マザーボードを固定するための板は、それほど精度を必要としないため、ベンダーを使用して製作した。

底板は、モータドライバを固定してヒートシンクとするために、エンドミルを用いてスロットを掘り、放熱効率を向上させている。

また、バッテリーを固定するためのばね蝶番を取り付けた。そのままではなく、アンクルを介して固定している。ただ、そのままでは蝶番が大きすぎたため、下部を一部カットしている。



最も労力を要したのは車輪である。ロータリーエンコーダを搭載しないオープンループ方式の制御であるので、この車輪の精度はマウスの走行精度に直結する。そのため、車輪を製作するに当たっては、加工順序、加工方法を工夫することで、高い精度を得た。材料はアクリルの板材である。しかし、アクリルだけでは軸穴部の精度、強度、とくにイモネジの使用に不安があったため、真鍮を中心部には挿入することとした。また、別部品とすることで、奥まった場所にイモネジの穴を配置することができ、マシン幅を狭くすることに

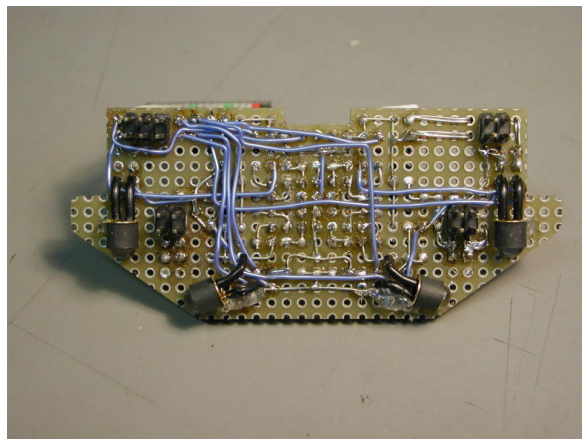


貢献している。まず、中心の真鍮材を先に加工する。旋盤を用いて図のような形状に加工する。このとき、まだ中心の穴は開けないことがポイントである。板材を適当な円形に切り出し、ジグを用いてチャッキングする。この際、多少切り出した中心からずれた位置にジグが付いてしまっても問題はない。この状態で外径を旋削する。すると、切り出した円の中心からずれていようと、旋盤の特性上、切削面は完全な円形になる。あらかじめシリコンゴムを繋いでゴム部を製作しておき(後述)、それを試しに嵌めながら、直径を仕上げる。シリコンゴムは伸ばすと当然厚さが減るが、どれくらい減るかは実際に試しながらでないと分からないため、何度も嵌めながら切削し、調整する必要があった。アクリルの切削は、切削油を多く付け、よく研いだ、ノーズ半径が大きい、できれば切削面に対して平行部がある仕上げバイトを用いるといい。バイトの材質としては、ハイス綱が最適である。なぜなら、超硬合金のバイトは超硬合金の特性上、あまり鋭く研ぐことはできないからである。詳しくはここでは述べないが、超硬合金はあまり鋭く研ぐと先端が欠けるため、刃を多少殺し、ネガティブランドという物を付けなければならない。仕上げの切削に際しては、できるだけ送りを遅くし、切り込み量は少なくしながら、しっかりと切削油を付けて加工するといい。この際、アクリルの温度が上昇しすぎないように気をつける。アクリルは温度が上昇すると溶け、切削面が白く荒れてしまう。このように加工すると、加工面はつるつるになり、接着剤などを用いなくともシリコンゴムのリングがホイールからずれることはなかった。外径の旋削が終了したら、チャックの爪を逆爪に取り替え、先ほど切削した外径を基準にチャッキングする。軽量化のため、側面を削り、ドリルを用いて中心部に穴を開ける。この穴の径は、挿入する真鍮製部品の外径と同じであるが、ドリルの穴は精度が悪く、正確なめあいにはできないため、少し細めのドリルで穴を開け、実際の部品にあわせて中繰り加工で仕上げる。真鍮部品を挿入しネジ留めしたら、ドリルを用いて中心に穴を開ける。ただし、ここでもドリルは一回り細い物を用いる。同様に、実際のステッパーの軸にあわせて中繰りで軸穴を仕上げる。これにより、外径と高い同心度が得られ、精度が高いためがつきもなくすることができる。タイヤ部分に使用するシリコンゴムのリングは、シリコンシートから切り出して、シリコンゴム専用の接着剤を用いて接着する。ただし、接着面を広く取るため、ゲージを製作してくさび形にして接着

した。通常は斜めに切るだけであるが、接着による車輪の特性の変化に方向性が出ることを嫌ってくさび形にした。車輪の外径に比べ、約 10%短く繋ぎ、伸ばしてはめた。

・回路部製作

回路はあらかじめ実装図を作る段階で時間を掛けてジャンパー線を減らしていたため、比較的スムーズに製作することができた。やはり、実装図の段階で時間を掛けていると、回路製作はスムーズに進む。しかし、マザーボードからフレキシブルケーブルを用いて配線を飛ばしている関係上、コネクタが一カ所に集中していたため、どうしてもそこへ繋がる信号線はジャンパー線を用いる他はなかった。



4.走行開始

プログラムの基本部分は去年の物をほぼ流用した。基本的な構成は変わらないため、ポートの変更やパラメータの変更だけで、1日で足立法の探索走行ができるようになった。足立法の走行アルゴリズムはぶっちゃけていうと、コピペである。パラメータの変更においては、去年は結局使用しなかった LCD が非常に便利であった。また、今回低い位置に配置したセンサーも安定して値を出した。一度安定したのを確認したら、早期にホットボンドを用いてセンサー素子を固定した。いつか固定しようと思っていると、必ずずれてしまうときが来る。ここと決めたらすぐに止めてしまうべきである。しかし、シリコンゴムが固すぎたのか、木の床との相性が悪いのか、また、それに加え、重心が上昇したことにより減速、停止したときのスリップが大きい。減速には当然速度テーブルを使用してなめらかに減速してはいるが、探索走行ならまだしも速度が出ている状態では 1 区画ではスラロームに入れる速度までスリップせずに減速しきれなかった。そこで、高速走行では 3 区画先まで考慮しカーブ、停止の数区画前で減速を開始したり、直線が長いときにさらに速度を上げると入った制御を行うことにした。この方法により、停止やカーブ時のスリップは解消された。また、スラローム走行をするに当たって、カーブは円弧ではなく、速度テーブルを用いた非円弧のスラロームによって曲がった。円弧スラロームでは、カーブに入る瞬間に、瞬間的にステッパーの速度が変化するため、脱調、スリップの原因になる。特に複雑な軌道計算をしたわけではなく、左右のモータに別々の速度テーブルを読ませ、実際の走行を繰り返しながら加速度、ステップ数を調整することによりトライアンドエラーで実現した。適当であっても、単純な円弧スラロームに比べるとその効果は絶大で、旋回速度および精度を格段に向上させることができる。このスラロームは、非円弧部(曲率増加)→円弧部(曲率一定)→非円弧部(曲率減少)→直線走行(区画調整)の組み合わせでできている。これらのパラメータを調整し、きれいにカーブを曲がれるよう調整した。これで比較的正確にスラローム走行を行えるようになったが、連続したスラローム走行では姿勢制御をする場所が無いいため、どうしてもずれが蓄積してしまいがちになる。そのため、左右のずれをスラローム中でも修正するため、ずれに従って、スラローム走行最後の直線部のステップ数を増減し、ずれを修正するようにした。たとえば、左にずれた状態で右にスラロームすると、曲がった先では後にずれていることになる。この場合、曲がる前に左にず

れていることは分かっているわけだから、スラローム後の直線部のステップ数を増やせばよい。これで、連続スラロームでも安定して走行できるようになった。ただ、それでもやはり多少は乱れるので、スラローム脱出後の高速走行で車体が振られ、壁に激突してしまうことがあったので、ずれが大きい場合は最高速度を抑えるようにした。これらにより、走行はほとんど安定するようになった。

しかし、ここで新たな問題が発生した。しばらく走行した後マシンに触れるとマイコンにリセットがかかる謎の現象である。フレームを GND に落としたりといった方法をいろいろ講じたが、結局これは解決することができなかった。

もう一つ、マシン完成直後から問題があった。それは、L 字ピンソケットの接触不良問題である。完全にモータが回らなくなるほどのことはなかったが、ドライバ IC をほんのちょっとさわっただけで電流値が変化したり、車輪に振れていると細かな振動が伝わってくるなどの問題が起きた。足を少し曲げたりした調整するぐらいではあまり意味がなかったので、結局、足にハンダを盛って、ラジオペンチで四角く整形し、ピンヘッドと同じようなかたちにして、何とか接触不良を回避できるようになったが、それも強くさわると現象は再発した。放熱のため、IC をネジで固定していたため、まだよかったが、固定していなかったとしたら、接触不良の問題はより大きくなった可能性も考えられる。

昇圧は回路のスペースは確保していた物の、結局使用しなかった。なぜなら、脱調するほどの加速度では、脱調する前に車輪が滑ってしまったからである。

また、瞬間的な電流のブースト機能は、結局使用しなかったために切り離した。トランジスタアレイのあまりを使用して切り替えていたが、どうにもこれをつけていると調子が悪かった。

5.本番会場にて

本番会場では、予想外のトラブルが発生した。昨日まで動いていたプログラムが突然調子が悪くなり、まともに姿勢制御がかからなくなった。原因が全く分からず、最初は環境の違いからくる外乱の問題か床の違いの問題だと考え、センサー系、走行パラメータの調整ばかりしていたが、全く解決しなかった。そこで、過去のプログラムを新しい方から入れて動く物を探したところ、2 日前のプログラムで動くことが分かった。これを元に、新しく実装した機能を書き加えていったところ、最新版と同様の機能にしたのにもかかわらず、問題なく走行した。プログラムの考え方自体は全く同じになっているので、どこかにケアレスミスが混入したと考えられる。もっとも、この二日間ほどはその調子の悪いプログラムで走行していたことになるが、部室のコースにあわせてチューニングしていたからなのか、ほとんど姿勢制御がかからない状態で問題なく走行できていたことになる。幸い、出番が早いほうではなかったので、出走までにプログラムを書き直すことができたのはよかった。

また、RUR では多くの人が大会に参加するため、どうしても電池が不足する。マイクロマウスに用いている単四型 NiMH を 12 本束ねた充電電池は数が少ないことに加えて、充電電流も大きくとれないため充電にも非常に時間がかかり、また、使用条件が過酷であることもあるだろうが、安物なので悪くなるのも早い。このことより、当日会場でのデバッグにはあまり電池は使えない。このことを去年経験から知っていたので、今年は、いくらでもあり、充電も早い 7.2V の NiCd ラジコンバッテリーを直列接続し、マイクロマウスの XAP コネクタに変換できるケーブルを作って持って行った。これは簡易安定化電源のように使用でき、デバッグにおいて非常に効果を発揮してくれた。

本番では、部室のコースに比べ、非常に床の品質が一定している。部室では、場所によって床面の状況が異なり、グリップなどがまちまちで停止距離さえ一定にならなかったが、本番のコースでは安定した走行が可能だった。無事に探索走行、高速走行を行い、それなりにタイムを出すことができたが、ここでもマイコンのリセット現象が発生し、探索を一度やり直すことになってしまった。

6.総括

モータのマウント位置が高くなったことによる重心上昇の問題は、それなりにあったといわざるを得ない。高速でスラローム旋回を行った際に、遠心力で外側の車輪の設置荷重が低下していると考えられ、速度を上げるとターンが安定しなかった。これは、重心の上昇が原因だと考えられる。しかし、モータのトルクに余裕があり、制御がしやすい速度域でモータを使えたことの利点はそれを補うことができたと思う。モータのトルク、回転数に余裕のある速度域で使えるということは、姿勢制御やスラロームの時にモータの性能にまだまだ余裕があり、制御に使える領域を大きくとることができ、高速走行時にあっても大きく制御をかけることができる。これにより、高速走行時に振られても、発散して壁に激突するといったことは少なかった。

また、最高速度の上昇に関しては、本番では長い直線があまりなく、本領を発揮することはできなかったが、もっと長い直線があれば、軽く 1m/s を超える速度が出せただけに残念だった。今回は 5、6 回の連続スラロームにも耐えられるよう、最高速を出しにくい制御になっていたが、連続スラロームは最大 2 回しかなかったため、このあたりの余裕を切っていれば、もっと速度を出せる場面はあったように感じる。

これらのことより、多少の重心の上昇を招いても、大きな車輪と強力なモータという組み合わせは必ずしも悪くないと考える。

車輪の素材として、シリコーンゴムはあまり木の床との相性がよくなかったように感じる。もう少し相性がよければ、加速度をより大きくとれたと考えられる。いろいろな材料を吟味し、実験する時間的余裕を確保できればよいと思う。グリップのよい素材を使用していれば、昇圧などと組み合わせ、まだまだ伸びしろはあった。

センサー位置を低い位置に設定したのは、大きな効果があったと思う。去年はこれで苦労しただけに、安定してセンサーの値が出てくれるというのは、制御を行う上で非常に大きい。デバッグ中にプログラム以外の問題が原因で問題が発生すると非常にイライラする。

去年は LCD を搭載しながら、面倒だということで結局使用しなかったが、やはり、大きさや重量の問題がなければ是非搭載すべきだと思う。常にパソコンとシリアルケーブルでつないだままセンサ値などを見なければならぬのは面倒この上ない。また、モード選択が視覚的にできるというのは大きい。特に本番においては緊張しているため、操作ミスなどが起きやすい。文字として表示してくれていればまず間違えることはない。また、本番中であっても、走行パラメータの調整などを行える。結局使用はしなかったが、本番中に LCD 上でコースの違いにあわせてステップ数などを微調整できるようにしていた。

L字に関わらず、TA8435HQのソケットにピンソケットは絶対に使用すべきではないと思う。絶対に接触不良が起きると断言してもいい。そんなに高い物でもなく、なかなか壊れるICでもないので、ハンダ付けしてしまう方がいい。最低でも、丸ピンソケットを用いるべきである。

マイクロマウスというと、やはりソフトウェアの大会である故に、ハードは二の次と印象があることは否めないが、ソフトの限界はハードによって決まる。ハードも手を抜かず、しっかりと作るべきである。何も制御をかけず、まっすぐ走るマシンと走らないマシンではどちらが制御しやすいかは言うまでもないだろう。実際、今回のマシンでは、姿勢制御をかけずとも、それなりに走らなくもなかった。実際、普通に走ってしまったので4×4の迷路では制御がかかっていることに気付かなかったほどだ。それ故、プログラムのバグに気付かなかったわけだが……。

大会の結果は、本番会場での行動でも大きく変わってくる。試走台を使用してできるだけ試走、デバッグをできるようにしておくといい。そのために、あらかじめいくつか準備をしておくといい。まず、すぐにパラメータなどを調整できるよう、固定パラメータ類はマクロでまとめて定義しておくといい。また、パソコンなしでステップなどを調整できる。デバッグモードのような物があると便利である。特に便利だったのが、ゴール地点の変更機能で、数人が同時に走行を行う試走台では、人がいない場所に向かって走らせたり、難しそうな場所へ向かって走らせたりといったことができるといい。そこで、試走台上の好きな場所へゴールを設定できると便利である。ただ、本番で間違った場所にゴールを設定してしまわないよう、デフォルトのゴールは7×7などに設定しておく方がいいと思う。

また、会場についてまず足りないのは電源である。たこ足やタップを大量に用意しておくといい。PCの電池の残量を気にしながらデバッグというのは避けたい。また、壁に近い机の人の近くに、いち早くRURの拠点のような物を作るといい。充電ブースやハンダごてなどをおいておくための物で、そこに行けばたいいの物はあるし、誰か部員がいるという状況は精神的に楽である。

前述したが、ラジコン7.2Vを直列し、XAPに変換してくれるコネクタは非常に便利である。今回、自分は会場で他の人が電池不足に苦しむ中、思う存分デバッグすることができた。時間がかかる物でもないで、作っておくといいだろう。

最後に、覚えていてほしい言葉がある。

「最後まで決してあきらめないこと」

今回、本番会場で突然まともに動かなくなり、どこを調整しても無駄で半分あきらめかけそうになったが、あきらめずにプログラムを昔の部分から大幅に書き直し、無事完走、3位入賞という結果を出すことができた。あきらめなければ絶対に結果が出るとはいえない。しかし、あきらめてしまっただけでは絶対に結果が出ないのは間違いない。

次回の大会はエキスパートクラス、DCマウスに挑戦しようと思う。決して簡単な道ではないと思うが、次もあきらめず、がんばってみたいと思う。マイクロマウスは、普段回路やプログラミングな

ど、電気屋の仕事に触れることのない機械屋にとってもとてもよい経験となる。電気屋のことが分かっていると、とんでもないことを電気屋にやらせようとするとはなくなるし、電気屋とのコミュニケーションはスムーズになり、ともにマシンを改良していく過程において大きなアドバンテージとなることは間違いない。これは、特に NHK 大学ロボコンなどの大規模な大会において、貴重なスキルとなる。機械屋の人は、自分が機械屋だから分からないのだ、分からなくても仕方ないと言い訳せず、最後まであきらめずにがんばってほしい。そもそも、これを書いている自分自身機械屋である。蛇足かもしれないが、いまいち目標が持てない人のために言うておく。フレッシュマンクラスは、スラローム走行がしっかりできれば入賞は充分手の届くところにある。