

研究テーマ 「高校生ものづくりコンテスト電子回路部門への挑戦」

長野県岡谷工業高等学校 情報技術科

3年 竹島 光星 有賀 啓真

1年 赤羽 航弥 塩澤 結花 福田 詠人

担当教諭 赤羽 治

1 目的

昨年度の先輩による県大会優勝・北信越大会入賞という実績を継承し、今年度も北信越大会での入賞を目指します。その達成に向け、以下の能力向上をねらい、取り組みを行いました。

技術向上： 回路設計，製作，およびプログラミング技術の練磨。

知識習得： 電子回路の設計・製作・組立における専門的知識と技能の習得。

実践力： 組込み系プログラミングにおける実践的な技術力の養成。

2 電子回路部門の競技概要

【競技概要】

提示された設計仕様に基づき、支給される電子部品を用いて回路基板の設計および製作を行います。また、大会当日に提示される課題仕様に沿って制御用プログラムを作成し、マイコンへ書き込み、動作を完遂させます。

【使用部品構成】

競技で使用される主な入出力デバイスは以下のとおりです。

入力回路 … タクトスイッチ，トグルスイッチ，フォトインタラプタ，ジョイスティック

出力回路 … 7セグメントLED，DCモータ，ステッピングモータ，サーボモータ，
圧電ブザー，8×8ドットマトリクスLED，フルカラーLEDバー

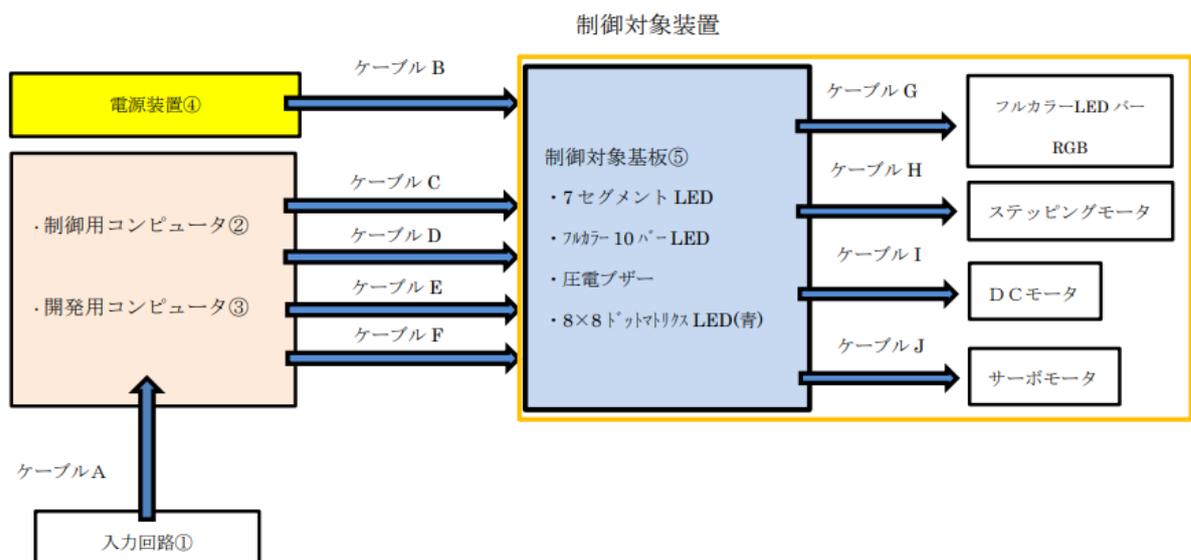


図1 課題のシステム図(実施要項より)

3 研究内容

3-1 審査基準の分析と対策

審査基準は、主に「入力用基板の製作技術」と「プログラミング技術」の2点に大別されます。過去の出場経験に基づき、以下の戦略を策定しました。

(1) 基板製作における戦略（減点法への対応）

入力用基板の評価は減点方式であり、上位入賞者の間では点差がつきにくい傾向にあります。そのため、練習を積み重ねてミスを徹底的に排除し、確実に満点を確保することが必須条件となります。

(2) プログラミングにおける戦略（加点法への対応）

プログラミング課題は、クリアした項目に応じて加点される方式です。難易度が高い課題ほど配点が大きいため、いかに高度な課題まで完遂できるかが勝敗の鍵を握ります。

(3) 時間配分の最適化と目標設定

本競技において最も重要なのは、「プログラミングに割く時間をいかに最大化するか」です。

目標時間：基板製作 30分 / プログラミング 120分（全150分）

設定の根拠：昨年度の基板製作における平均タイムは40分でしたが、今年度はハンダ付け工程の効率化と配線パターンの最適化により、さらなるスピードアップを図ります。目標を30分と設定しているのは、単なる速さだけでなく、「見直しや導通チェックを完璧に行い、減点ゼロを確実にする」ことも含んでいます。

この時間配分を厳守できるよう、効率的な製作手順を確立し、反復練習に取り組んでまいります。

審査対象は以下のとおりです。

- (ア) 「入力回路①」の回路設計
- (イ) 「入力回路①」の製作基板
- (ウ) プログラム課題の動作状況
- (エ) プログラムの内容(ソースプログラム)
- (オ) その他(作業態度など)

採点項目	点数	主な観点
プログラム動作	40	・課題に対する動作状況 ・動作の確実性 ・ソースコードの構造・書式・読みやすさ
組み立て技術	30	・動作状況・部品処理(取付損傷) ・半田の状況・配線・配置
設計力	20	・回路定数, 部品選定 導出の妥当性
その他	10	・作業態度 ・作業の安全性 ・工具及び部品の取り扱い・清掃
合計	100	

図2 採点項目および観点（大会要項より）

3-2 プログラミング技術の習得

(1) 基礎習得とステップアップ

まずはプログラムの「ひな形」を深く読み解くことから着手しました。全体の構造や各関数の役割を把握した後、単純な入出力制御から開始し、徐々に処理の複雑化やデバイスの追加を行うことで、段階的に難易度の高い課題へと挑戦しました。当初は難解な課題に直面することもありましたが、粘り強い試行錯誤や仲間とのディスカッションを通じて、組み込みプログラム特有の論理的思考を養いました。

(2) 得点最大化のための戦略

過去の傾向分析から、一つの課題に固執して完遂を目指すよりも、複数の課題に対して一定水準の解答を迅速に積み上げる方が、最終的な合計得点が高くなることが判明しました。そのため、個々の課題を正確かつ素早く実装する「スピードと効率」を重視した練習を徹底しました。

(3) 特定デバイス（ジョイスティック）への対策

今年度は新たにジョイスティックが採用されましたが、当初は活用経験が皆無であったため、重点的な対策期間を設けました。アナログ値の取得や感度調整など、特有の制御技術を集中的に練習し、実戦で活用できるレベルまで習得しました。

(4) 習得した主要技術一覧 競技に必要とされる以下の基幹技術について、反復練習を行い習得しました。

入力制御：タクトスイッチ、トグルスイッチの信号取得、ジョイスティックのアナログ制御

出力表示：7セグメントLED（動的表示）、8×8ドットマトリクスLEDの点灯制御

アクチュエータ制御：各種モータの正転・逆転およびPWM速度制御、圧電ブザーの周波数制御

制御論理：割り込みタイマによる時間管理、Switch-Case文による状態遷移、if文による条件分岐

<練習課題例>

課題3 7セグメントLEDの表示とカウントダウン

- プログラム開始直後、7セグメントLEDに“-”を表示する。
- 設計製作回路のトグルスイッチが「ON」で、16進数で“A”から“0”までのカウントダウンを行う。
 - カウントダウンの状態を7セグメントLEDに表示する。
 - 約1秒ごとにカウントダウンし、“0”で停止する。
- カウントダウン中にトグルスイッチが「OFF」で、カウントダウンを停止する。
 - 停止中の7セグメントLEDの表示は、停止した直後の表示を維持する。
 - 停止中に再びトグルスイッチが「ON」で、そこからカウントダウンを引き続き行う。

課題3 ジョイスティックY軸（以下、JSY）とDCモータの回転速度制御

- セグメントLEDは非表示とする。
- スティックを前側に倒したとき、傾斜角に比例しDCモータの回転速度は変化する。
 - 速度変化は3段階以上、変化する。
 - スティックが中立位置のときは、モータの回転は停止する。
- スティックを後側に倒したとき、傾斜角に比例しDCモータの回転速度は逆方向に変化する。
 - 速度変化は3段階以上、変化する。
 - スティックが中立位置のときは、モータの回転は停止する。

図3 ねらいの技術を習得するためのプログラミング課題

3-3 回路設計・製作技術の習得

(1) 基本的なはんだ付けの練習

まずは、基板作りの基本となる「スズメッキ線」のはんだ付けから始めました。最初は1日に基板半分ほどのスペースを使って、ひたすら練習しました。特に次の3つのポイントを意識しました。

- はんだの量を少なくする：隣の線とくっついてショートしないようにするため。
- 線を直角に曲げる：見た目をきれいにし、回路を分かりやすくするため。
- 一瞬ではんだ付けする：基板や部品を熱で壊さないようにするため。自分たちにはこの基礎技術がまだ足りていなかったため、何度も繰り返して手に覚え込ませました。

(2) 実践的な基板製作の練習

大会1ヶ月前からは、実際の課題を想定した練習に切り替えました。1人1日1枚、本番と同じような回路を完成させることを目標にしました。部品にはそれぞれ大きさがあるため、適当に並べると基板に収まらなくなったり、配線が通せなくなったりします。そのため、どの部品がどれくらいの幅を取るのかを暗記し、頭の中で完成図を描いてから配置するように工夫しました。

(3) 回路の知識とミスへの対策

もし回路の設計を間違えてしまうと、「組立技術」や「設計力」で点数が引かれるだけでなく、プログラムを書き込んでも正しく動かなくなってしまいます。そうなると全体で大きな失点につながるため、とても責任を感じる作業でした。そこで、チームのみんなで電気回路の仕組みをもう一度勉強し直しました。それぞれの部品のつなぎ方や、スイッチの動作を安定させる「プルアップ抵抗」の役割などを正しく理解することで、ミスが減らす努力をしました。

<使用した回路最適化練習用紙>

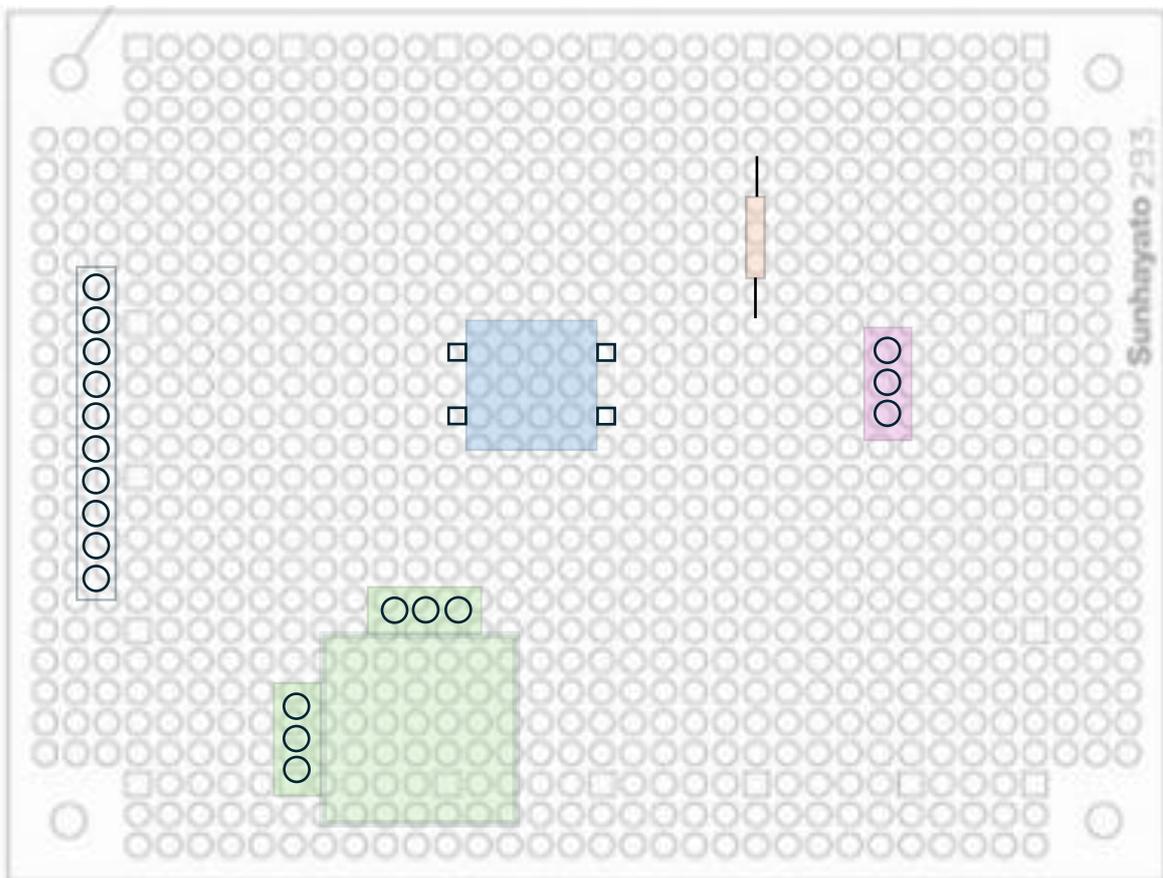


図4 ねらいの技術を習得するための回路設計練習用紙

4 反省・感想

<竹島 光星>

高校生活最後の出場ということもあり、北信越大会入賞を目標に全力で取り組んできました。結果として入賞には届かず、悔いの残る形となりましたが、これまで練習を重ねてきたことで、確かな力が身についたと実感しています。特にプログラミング技術に関しては、大会練習を通じて得た知識が、今では他の様々な場面でも役立っており、「ものづくりコンテストに出場して本当に良かった」と感じています。当初は全く知識がなかった電子回路についても深く学ぶことができ、自分を大きく成長させることができた貴重な経験となりました。

<有賀 啓真>

私はこのコンテストを通して、基板製作とプログラミングの基礎から応用までを学びました。特に基板製作は、わずかなズレが動作不良や減点に直結するため非常にシビアで苦労しましたが、反復練習によってはんだ付けの精度を高めることができました。技術を磨くことの厳しさと楽しさを知ることができたので、この経験を今後のマイコンカー製作などにも応用し、より質の高いものづくりに繋げていきたいと考えています。

<赤羽 航弥>

今回の大会では、10位という結果でした。私は特に「回路設計」と「はんだ付け」の精度を上げることに力を入れて練習してきました。本番では、練習してきた設計の考え方や、丁寧な製作技術を意識して取り組むことができました。順位には悔しさもありますが、一つの基板を作り上げるために必要な集中力や、正確な作業の大切さを学ぶことができました。この経験をこれからの実習やものづくりに活かしていきたいです。

<塩澤 結花>

ものづくりコンテストへの挑戦は、私にとって本当に良い経験になりました。自分の書いたプログラムで「モノを制御する楽しさ」を肌で感じる事ができたのが一番の収穫です。今年得た知識や経験を糧にして、来年度のコンテストにも再び挑戦したいと思っています。次はさらに技術力に磨きをかけ、より高いレベルの結果を目指して頑張ります。

<福田 詠人>

私は、すべての課題を時間内に完成させることを目標に練習に励み、本番では7位という結果でした。練習では全項目を動作させられるようになっていたのですが、当日はプログラムが思うように動作せず、自分の実力を出し切れなかったことが一番の心残りです。本番でミスなく動作させることの難しさを痛感しましたが、一つの目標に向かって全力でプログラミングに取り組んだ時間は、自分にとって大きな自信になりました。この悔しさを忘れず、次のステップに繋がりたいと思います。



図5 閉会式後の記念写真撮影