

研究テーマ 「ものづくりコンテスト電子回路部門への挑戦」

長野県岡谷工業高校
情報技術科 3年 フィッシャー 翔音、
情報技術科 2年 塩澤 匠生、武田 怜也、
情報技術科 1年 有賀 啓真、花岡 良太郎
情報技術科 太田 英恵

1.目的

昨年度は情報技術科の先輩が県大会で優勝し北信越大会出場を果たしました。今年度は、北信越大会入賞を目ざし、練習に取り組み、回路設計・製作技術・プログラミング技術を向上させることを目的とする。

また、大会へ向けて取り組むことで電子回路の設計・製作・組み立てに関する知識や技能を身に付け、組込み系プログラミングに関する技術を身に付けることを目的とする。

2.ものづくり電子回路部門について

【競技概要】

設計仕様に基づき、支給される電子部品等を用いて回路基板設計・製作をします。また、大会当日に提示される仕様に基づいたプログラムを作成し、制御用マイコンにプログラムを転送し実行させます。

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等のスイッチ
＋半固定抵抗器

出力素子：7セグメントLED（2個）、フルカラーLED

DCモータ（1個）、ステッピングモータ（1個）、圧電ブザー（1個）

課題システムを完成させた後、課題プログラムを作成します。

下記に、システムのブロック図を載せます。

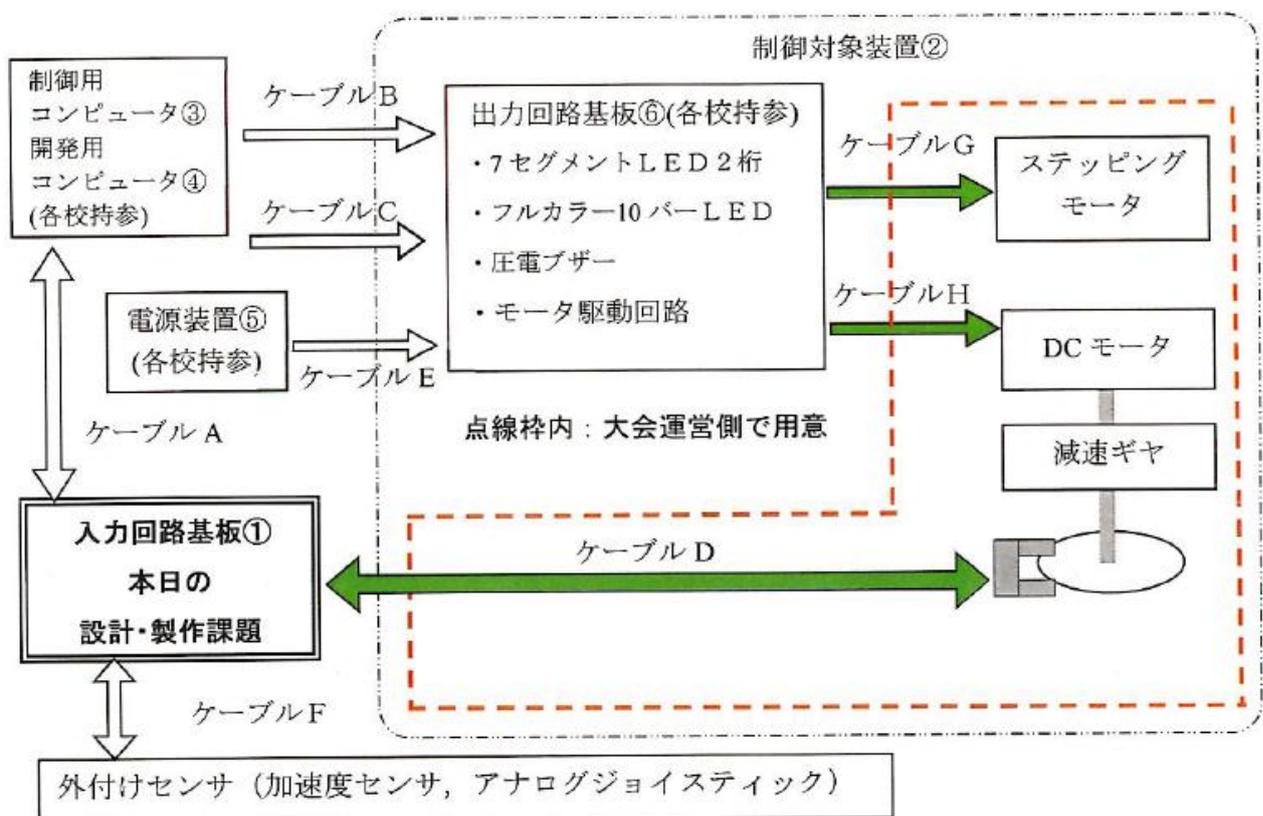


図1. 課題（システム）のブロック図（競技仕様書より）

3. 研究内容

3. 1 審査基準の分析

審査基準は下記に示された、主にプログラミング技術と、実際に製作した入力用基板のできが採点されます。

昨年度チャレンジした中で気づいたことですが、入力用基板の評価は減点法であるため、練習を重ねることで減点をほとんど無くすることができるのであまり点差がつかないことが分かりました。

その逆に、プログラミング技術では、どれだけ多くの課題を正しくクリアできたかを加点式で評価されます。また、難題であればあるほど、加点が大きくなるので、このプログラミングにかける時間を競技の中で、どれだけ多く確保できるのかが重要だと思っております。

そこで、より早く入力回路を製作しプログラミングに充てる時間を増やすことを一つのテーマにしました。全競技時間 150 分の中で、50 分が基板製作、残りの 100 分でプログラムを行い、それぞれが時間内に終わることを目標とし、練習を行うことにしました。

【審査対象】

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

【採点基準】

採点項目	点数	主な観点
プログラム作成	40	・ 課題の動作状況 ・ ソースコードのわかりやすさ・移植の容易性
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	20	・ 回路定数の導出、部品選定の妥当性
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. 採点項目及びその観点（大会要項より）

3. 2 プログラミング技術の習得

今年度は出力回路基板の納品が遅れたため、県大会に向けての練習として昨年度のものづくりコンテストの基板を用いてプログラミング技術の習得を行いました。

5月にメンバーが確定してから、1年生や初めてのものづくりコンテストに参加する生徒にもものづくりコンテスト出場経験のある2,3年生がプログラミングを教えることにしました。これは、同じ電気部として技術継承をしていくために取り入れました。まずは、基本的な入出力のプログラムを行いました。1問あたり5分から10分で仕様通り間違えず正しい動作させることを目標としました。何度も同じような問題を繰り返し練習することで最初は、1時間近く考えても分からなかった問題が、5分程度で正しく書けるようになりました。また、正しく動作しなかったときもシリアルモニタを使いデバッグすることで、どこが間違っているかを早く見つけられるようになりました。練習課題項目は次ページの通りです。

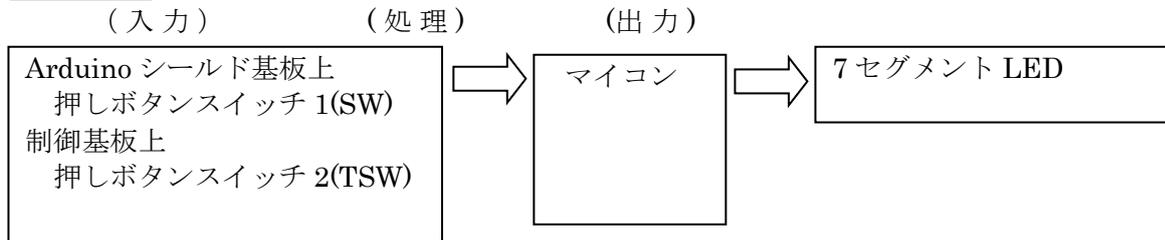
出力回路基板が納品後は事前に行っていた内容に続き、アナログジョイスティックを用いたプログラムや加速度センサを用いたプログラムにも取り組みました。

基本的なプログラムの練習課題項目 (10分~15分でできるようになることが目標)

- ・7カラーLEDのON/OFF制御、PWM制御
- ・7セグメントLEDを配列を使って、表示を行う制御
- ・7セグメントLEDのダイナミック制御(1ms間隔で交互点灯)
- ・タクトスイッチやフォトインタラプタの状態の取得及びシリアルモニタを使って、取得した情報の確認
- ・モータの正転・逆転制御(速度は、タイマー割り込みとカウンタを使い3段階で制御)
- ・ブザーの制御(音程は、タイマー割り込みとカウンタを使い3段階で制御)
- ・メイン関数上で行うswitch、case文やif文を使っての工程管理
- ・フォトインタラプタの値に応じたDCモータの制御
- ・ステッピングモータの制御(回転速度の制御、指示値、回転数のカウント等)
- ・メイン関数上の処理に、割り込み関数のカウンタやフラグ等を使っての処理を加えること

<練習問題例>

ブロック図



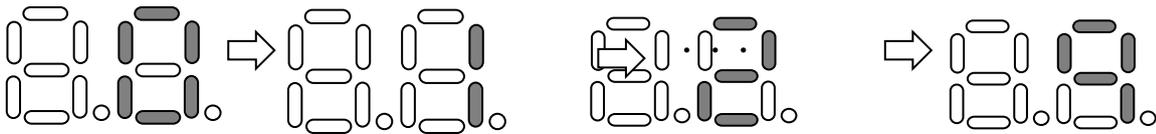
動作(TSWが押されるごとにカウントアップ)※スイッチがON→OFFのとき表示切り替わり

課題 4_1 (ファイル名 : *kadai4_1*)

押しボタンスイッチ 2(TSW)が押されるごとに、0→1・・9とカウントアップ。

<条件>

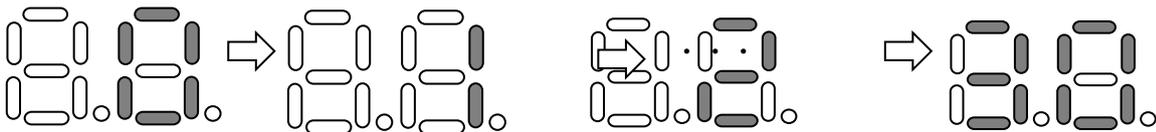
- ・スイッチがONからOFFに変わった瞬間に1つ数字が増える。
- ・表示される値が9より大きくなるならない。
- ・チャタリングを対策する(100ms程度)。
- ・10未満の数を表示する場合、右の桁を消灯する。



課題 4_2 (ファイル名 : *kadai4_2*)

押しボタンスイッチ 2(TSW)が押されるごとに、0→1・・30とカウントアップ。

<条件は課題 4_1 と同様>

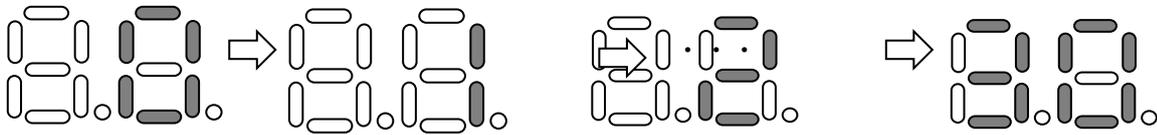


課題 4_3 (少し難題) (ファイル名 : *kadai4_3*)

押しボタンスイッチ 2(TSW)が押されるごとに、**0→1・・30**とカウントアップ。

<条件は課題 4_1 と同様+条件>

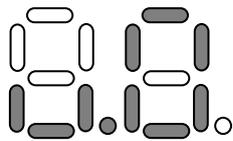
- ・押しボタンスイッチ 1(SW)が押されているときは、その値からダウンカウント
- ・表示が 0 のときは、ダウンカウントできない (0 の表示のまま)。



課題 4_4 (少し難題) カウント (ファイル名 : *kadai4_4*)

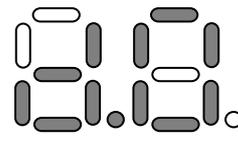
<条件は課題 4_1 と同様>

押しボタンスイッチ 1 (SW) =ON



up という意味

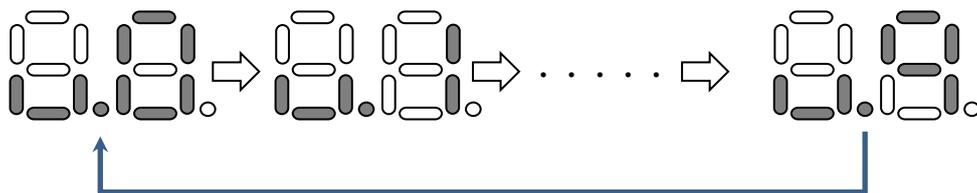
押しボタンスイッチ 1 (SW) =OFF



down という意味

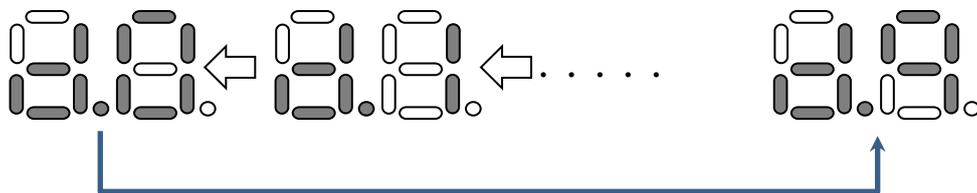
動作の仕様③ : 押しボタンスイッチ 1 (SW) が ON のときに、押しボタンスイッチ 2 (TSW) が押されると、カウントアップ (0~9)

タクトスイッチが ON から OFF に変わった瞬間に 1 つ数字が増える。
9 の次は 0 の表示に戻る。



動作の仕様④ : 押しボタンスイッチ 1 (SW) が OFF のときに押しボタンスイッチ 2 (TSW) が押されるとカウントダウン (9~0)

タクトスイッチが ON から OFF に変わった瞬間に 1 つ数字が増える。
0 の次は 9 の表示に戻る。



3. 3 回路設計・製作技術の習得

出力回路基板を製作後、入力回路基板を設計・製作を行いました。入力基板の製作にかかる時間の目標は 50 分です。

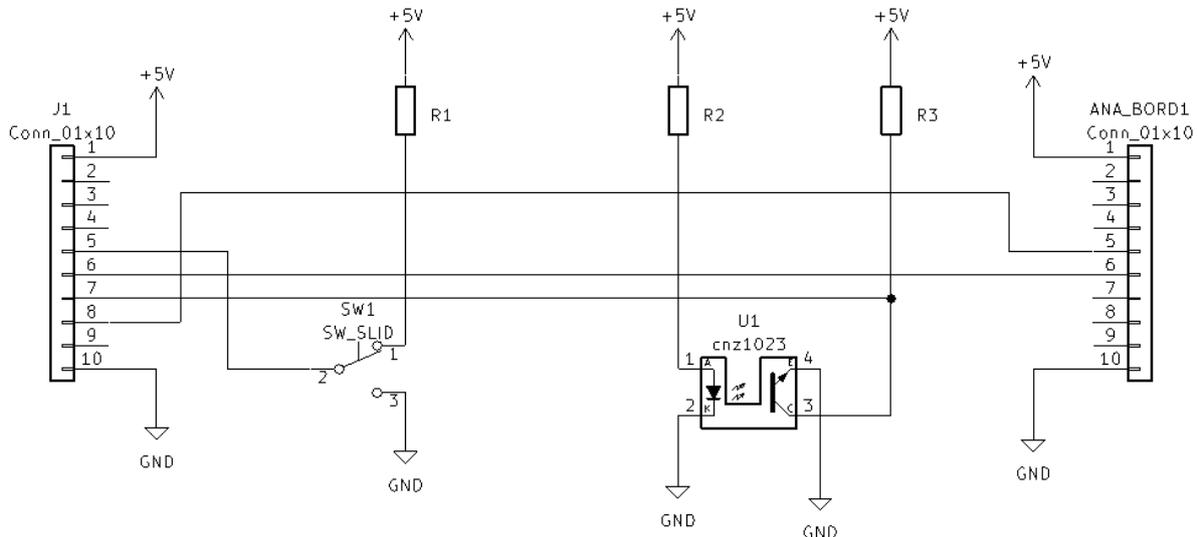
プログラミングのみの練習の日以外は一日 1 枚、一人当たり 40 枚以上の回路製作の練習を行いました。今年度は、制御マイコン接続と外部センサ接続に 10 ピンコネクタを使用することが決まっています。そのため、配線を工夫しなければなりません。外側から VCC（電源）と GND を配線し、信号線を内側で接続するように工夫しました。最初は、部品配置や線が交差するなど慣れない配線で 3 時間以上かかることがありましたが、練習を重ねる中で、50 分を切るできるようになりました。

誤った回路を製作してしまうと、採点基準である、『組立技術』や『設計力』で減点されてしまいます。さらに、プログラミングを行った際に、仕様通りの動作をさせることができなくなることから、最も点数が高い『動作』でも得点を得られなくなってしまうため、注意して正しく設計できるように計算問題の練習を行いました。

また、プログラミング技術と同様に回路設計・製作技術も出場経験のある 2，3 年生が行いました。後輩から質問された時に正しく答えるために、学習を重ね、電子回路に関する知識を深めることができました。

下記に私たちが練習していた問題例の一部を掲載します。

<設計回路図>



<条件>

- ① 入力電圧 $V_{cc}=5[V]$ を、制御用コンピュータから CN 1 の V_{cc} 端子を経由して共有する。
- ② 基板上にトグルスイッチ TSW1 フォトインタラプタ「CNZ1023」の信号入力回路を製作する。
- ③ トグルスイッチ TSW 1 はボタンを押したときに「ON」の状態とし、このときの信号「0」を CN 1 より出力する。
また、フォトインタラプタは遮光時に信号「1」を出力する。

<設計問題>

いずれの問題も計算結果に近い値をもつ抵抗を配布部品の中から選択し、回路図に定数を記入しなさい。

No.	部品名	仕様	定格	実用値	納入元	数量
5	R1	炭素被膜抵抗器	1/4W ±5%	330Ω	秋月電子通商	1
6	R2~R5	炭素被膜抵抗器	1/4W ±5%	10kΩ	秋月電子通商	4
7	R6	炭素被膜抵抗器	1/4W ±5%	47kΩ	秋月電子通商	1

①トグルスイッチ TSW を ON にしたときに流れる電流が 0.5mA になるように、プルアップ抵抗 R1 の値を求めなさい。

【式】

A. $R_1 = \underline{\hspace{2cm}} [\Omega]$

②フォトインタラプタ回路における発光ダイオードの電流制限抵抗 R2 の値を求めなさい。ダイオードの順方向電流 $I_F = 21\text{mA}$ のときの順電圧を $V_F = 1.2\text{V}$ とする。

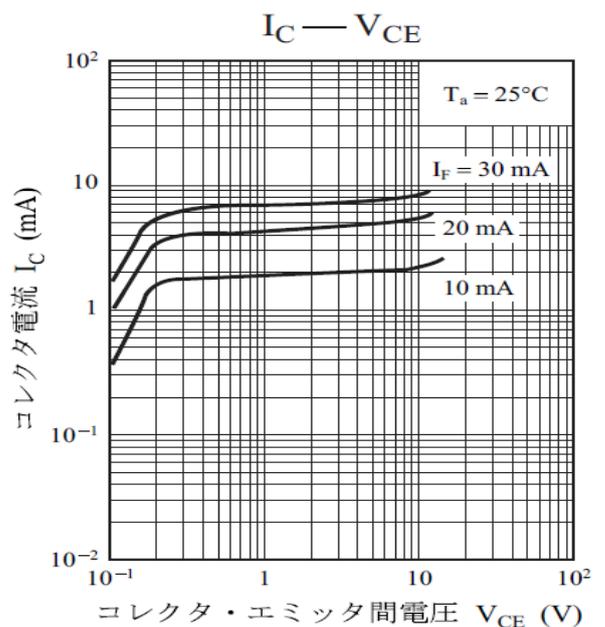
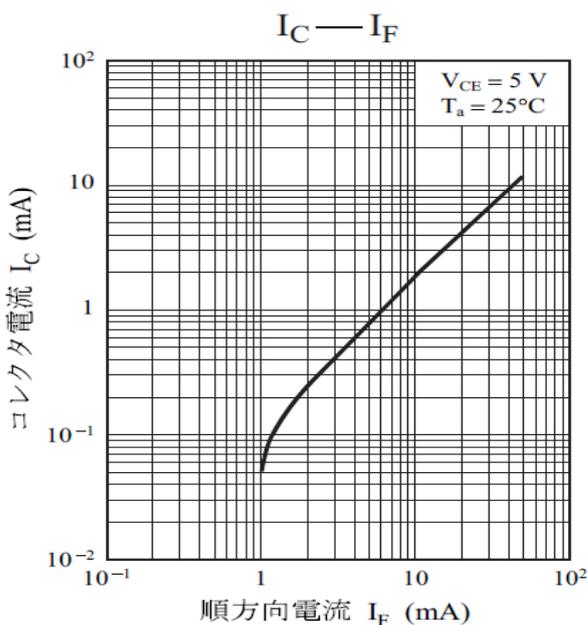
【式】

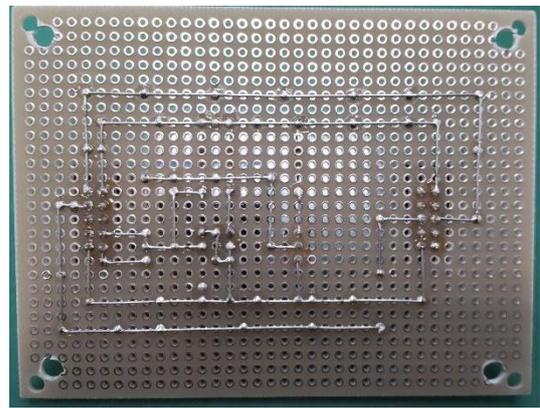
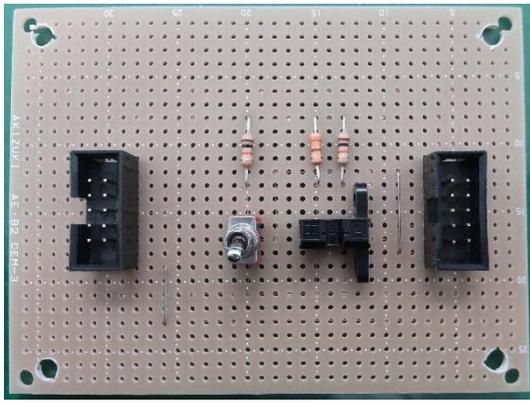
A. $R_2 = \underline{\hspace{2cm}} [\Omega]$

③受光部であるフォトトランジスタのコレクタエミッタ間に電流が流れたとき（透過時）、コレクタエミッタ間の電圧 $V_{CE} = 0.4\text{V}$ として、コレクタ電流 I_C をデータシートから読み取り、負荷抵抗 R2 を求めよ。ただし、実際にはコレクタ電流が 1/10 程度しかながれないものもあるため、それを想定し計算しなさい（求めた抵抗値を 10 倍してください）。

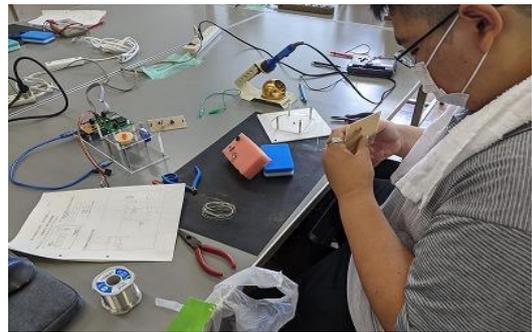
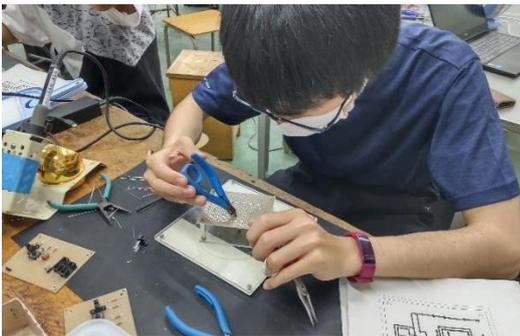
【式】

A. $R_3 = \underline{\hspace{2cm}} [\Omega]$





写真：部品を実装した基板（表裏）



写真：練習の様子

4. 大会結果（県大会）

県大会の結果は、2年生の塩澤匠生が優勝、3年生のフィッシャー 翔音が準優勝を果たしました。北信越大会への出場者は長野県大会で準優勝までの2名となっており、岡谷工業高校が長野県代表として北信越大会へ出場することができました。



写真：県大会の様子（競技中）



写真：県大会の結果（表彰）

令和5年度 第23回 高校生ものづくりコンテスト 電子回路組立て部門 長野県大会 審査結果

エントリー No.	作業台 No.	学校名	科	学年	氏名	ふりがな	プログラミング技術 (40点)		組立技術 (30点)	設計技術 (20点)	その他 (10点)	合計点 (100点)	順位
							プレゼンテーション (35点)	コード構造・書式等 (5点)					
9	15	岡谷工業	情報技術科	2年	塩澤 匠生	しおざわ たくみ	31	4	25	20	10	90	1
8	8	岡谷工業	情報技術科	3年	フィッシャー 翔音	ふいっしやーしょん	21	4	26	20	10	81	2
1	14	松本工業	電子工業科	2年	小林 充輝	こばやし みつき	14	3	27.5	20	10	74.5	3
2	6	松本工業	電子工業科	2年	神寶 創太	しんぼう そうた	6	4	24.5	20	10	64.5	4
13	5	佐久平総合技術	電気情報科	3年	新海 源蔵	しんがい げんぞう	4	3	24	20	10	61	5
14	4	佐久平総合技術	電気情報科	3年	松本 絆那	まつもと きずな	0	3	26	20	10	59	6

県大会の結果

5. 大会結果（北信越大会）

北信越大会の結果は、2年生の塩澤匠生が優良賞（3位）入賞を果たしました。北信越大会出場者は3年生が多い中、2年生で上位入賞することができました。また、目的としていた北信越大会入賞を達成することができました。



写真：競技中



写真：県大会の結果（表彰）

5. 反省・感想

<フィッシャー 翔音>

今回は最後の出場だったので、北信越上位入賞を目指して挑戦しましたが、優秀な後輩に抜かれ、県大会で2位、北信越大会では入賞することもできませんでした。塩澤くんにはお手上げです。ただ、内容としては去年よりもレベルアップしていたと思います。半田付けはより綺麗に早くなり、ほぼ減点なく仕上げることができました。プログラミングも、前回よりも早く書けるようになったと思います。敗因としては、自分のレベルアップ以上に問題がレベルアップしていたことです。自分の苦手の部品配置やプログラムの考え方をするとすることが多く、手こずってしまいました。私はこれで最後なので、この経験を活かして将来のものづくりに繋げていきたいなと思います。

<塩澤 匠生>

昨年は3位入賞をすることができましたが、北信越大会に出場することができませんでした。その反省を生かしながら、北信越大会出場・上位入賞を目標に練習に取り組みました。昨年と比べ、半田の飛び散りや回路の正確さを意識できるようになりました。また、10ピンコネクタを利用した回路のため、正確かつ速く製作する練習、ジョイスティックでの制御等、様々な練習をしました。結果は県大会で優勝し、北信越大会出場することができました。県大会では、基板製作は落ち着いて指示書を読み、目標の50分を切り製作することができました。プログラミング技術では、全問を時間内に解き見直しをすることもできたので良かったです。北信越大会では3位に入賞することができました。回路製作で減点があったのと、プログラミング技術では問題を全て解ききることもできず、また指示とは異なる動作をするようになってしまったことがとても悔しかったです。来年は北信越大会の反省を生かして、全国大会出場を目標に技術力をさらに高めていきたいです。

<武田 怜也>

2年生になりすぐにもものづくりコンテストの選手となりましたが、プログラミング技術や基板製作の基礎を学ぶために挑戦しました。はんだづけもプログラミングもあまりわからなかったので、練習を重ねることで技術を身につけられるよう頑張りました。結果は7位で惜しくも入賞できませんでしたが、ものづくりコンテストに参加したおかげでその後の活動の幅が大きく広がったので、参加してよかったと感じています。次参加することがあれば、もっと順位を上げられるように頑張りたいです。

<有賀 啓真>

今回はじめて参加して作業に慣れておらず結果は振るわないものだった。そうってしまった原因ははんだ付けの理解度の低さや、練習における正確性の欠けがあると考えられる。そのため次回参加する際には今までよりも多くの練習を重ね、はんだ付けやプログラミングなどの過程を理解し、より正確にできることを増やしていきたい。またこれらの技術を身に付けたとしても、行動を早くしなければ上位に食い込むのは難しいといえる。このことから、早く正確な行動を心がけて取り組みたい。

ものづくりコンテストを通して、部活動での活動の幅を広げることができたため、参加して勉強する機会を得られたことが良かったと感じている。

<花岡 良太郎>

今回初めての参加で結果はあまり良いとは言えなかった。基盤のハンダ付け、プログラム共々実力不足だろう。今回の結果を踏まえて私は意識しなければいけないことが増えた。1つ目は一つ一つの理解度だ。全体的に理解度が100%に達しているものが少なかったと思う。どんなに細かいところでも完全に理解していこうと思う。2つ目は一連の動作になれるということだ。大会前、一日数時間練習を重ねていたが、その多くで完全に集中しきれなかった。一連の動作を体になれさせるためにも一つ一つの練習に集中して取り組んでいきたい。上記のことから、今回の大会で得た反省点をこれからの練習や生活に活かしていきたい。