

1.目的

2年前の情報技術科の先輩が県大会で準優勝し北信越大会で3位入賞を果たした。今年度は、さらに上位を目指し、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・製作します。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
+オペアンプ

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。

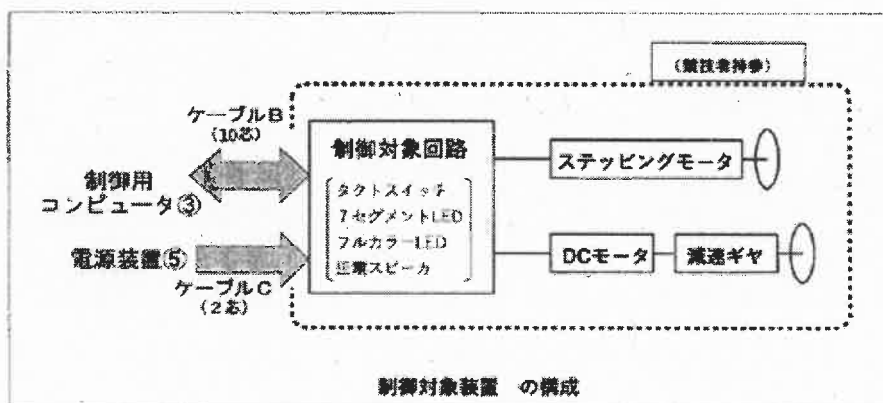
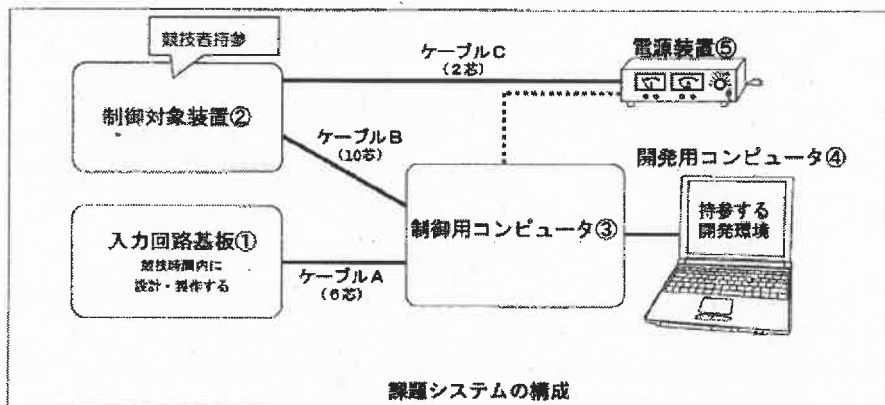


図. 課題（システム）のブロック図（競技仕様書より）

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とおり、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
 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コンセプ
 トとし、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①」の回路図
- (2) 「入力回路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	観 点
プログラミング技術	40	・ブレン審査で採点する課題システムに対す る動作
	5	・プログラムの構造 ・プログラムの書式 ・プログラムの読みやすさ
組立技術	45	・部品のはんだ付け処理
		・部品実装（誤配線、誤配線）
		・部品の標高
		・部品の浮き、傾斜
		・名表示の向き統一
		・部品配置の合理性
		・基板の汚れ（指紋など絶縁劣化 につながるもの）
・配線の引き直し状態		
設計技術	5	・電子回路に関する基礎知識
		・適切な部品選定
その他	5	・作業態度
		・作業の安全性
		・作業環境の清掃・整備
合計	100	

← 加点法（6点程度 / 1課題）

課題数：7課題

→ できた課題数 = 点差

実際はここで点差が付き
 勝敗が決定する

← 減点法

減点基準が明確

→ あまり点差がつかない

図. 採点項目及びその観点（競技仕様書より）

3. 2 回路設計・製作技術の習得

県大会へ向けての練習ではまず、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。

5月にメンバーが確定してからプログラミ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、オペアンプが使用されることが決まっていたが、用途や回路図が指示されていないため、反転増幅や非反転増幅、差動増幅など多くの場合を想定し製作を繰り返してきました。最初は、3時間以上かかることがありましたが、練習を重ねる中で簡単な非反転増幅回路であれば、50分を切るできるようになりました。

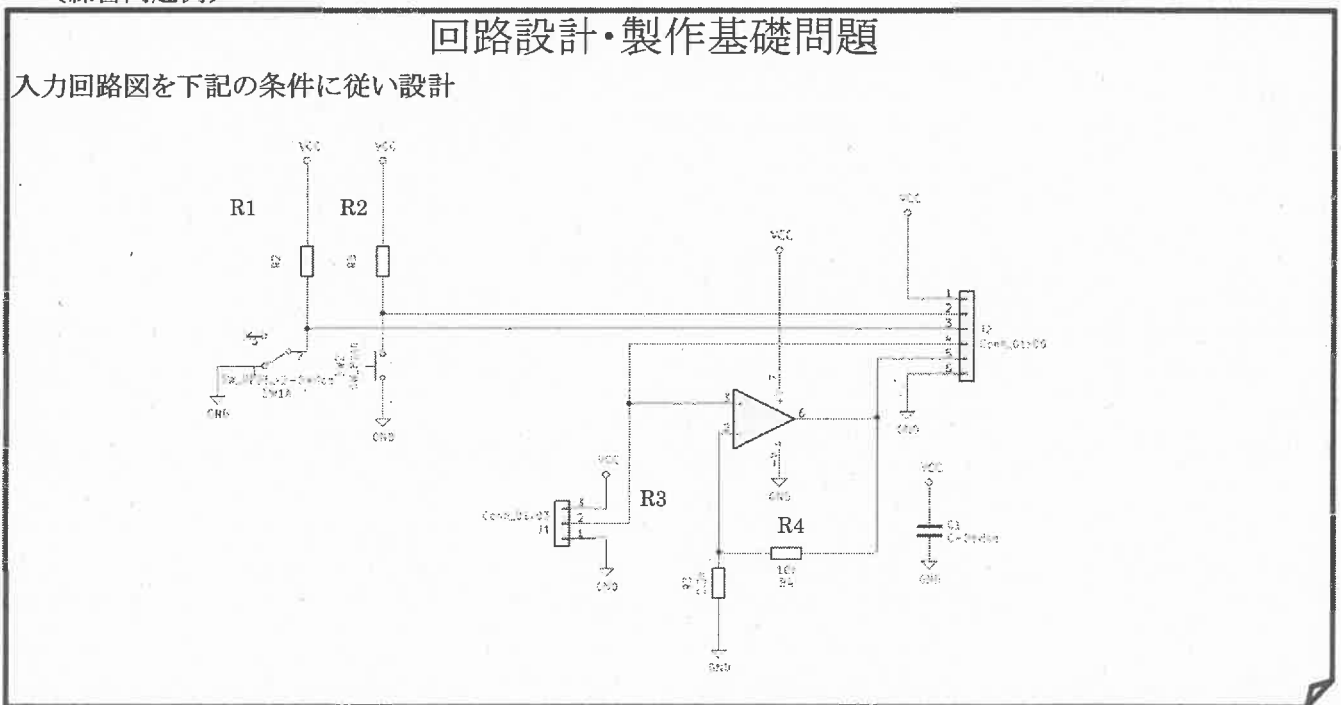
※県大会では、オペアンプが出題されないことを前日顧問の先生から教えてもらうまで知りませんでした。

ま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』で減点されてしまうが、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ので、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、同じ電気部で今後活動していくうえで、ロボット制御に関わるプログラミング技術を1年生に引き継ぎたいと思っていたこともあり、私達2年生と1年生が同じ場所で同じ練習を行うことを提案し、1年生の指導を私たちが行いました。質問されても正しく答えるためには、なんとなくわかっていたようなことも、再度正しく学習する必要があると、私達自身も電子回路に関する知識を深めることができたので良かったと思います。

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。

<練習問題例>



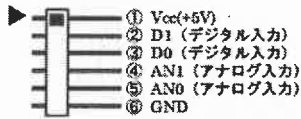
<条件>

コネクタの使用 (PIN 割り当て図)

【コネクタの仕様】

入力回路基板①は、2.54mm ピッチの6ピン ストレートピンヘッダ (販売：秋月電子通商、通販コード C-1669) を使用する。このピンヘッダに適合するコネクタ用ハウジングは、2.54mm ピッチ、6ピン用 (販売：秋月電子通商、通販コード C-12155) を推奨するが、相当品でもよい。なお、ピンヘッダには①番ピンを示すマーク (白色) を示す。

6ピン・ストレート・ピンヘッダ
ピン配置 (側面視)



ピン番号	機能名称
①	電源 (+5V)
②	D1 (デジタル入力2)
③	D0 (デジタル入力1)
④	AN1 (アナログ入力2)
⑤	AN0 (アナログ入力1)
⑥	電源 (GND)

【入出

D1: トグルスイッチ (SW0) (上に向けたとき ON)

D0: タクトスイッチ (SW1)

<配布部品 (抵抗)>

1kΩ、2.2kΩ、4.7kΩ、10kΩ

<設計問題>

1 トグルスイッチ (SW0) の回路条件

トグルスイッチを ON にしたとき、スイッチに流れる電流が、1[mA]程度になるように、抵抗 R1 の値に指定する。

【式】

$$A. \quad R_1 = \quad [\Omega]$$

2 タクトスイッチ (SW1) の回路条件

タクトスイッチを ON にしたとき、スイッチに流れる電流が、0.5[mA]程度になるように、抵抗 R2 の値に指定する。

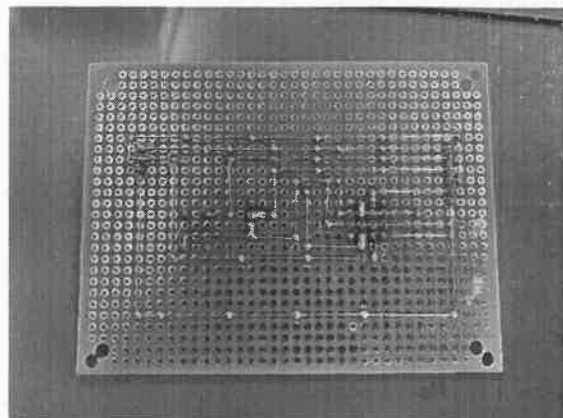
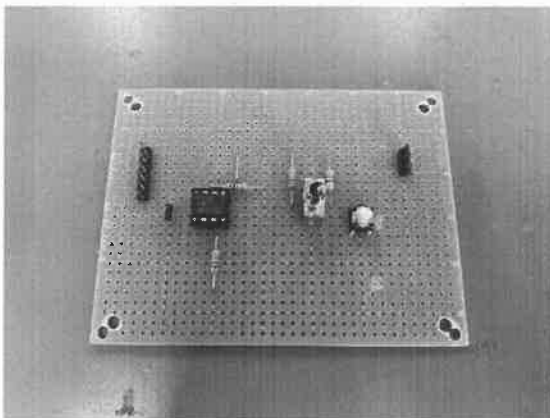
【式】

$$A. \quad R_2 = \quad [\Omega]$$

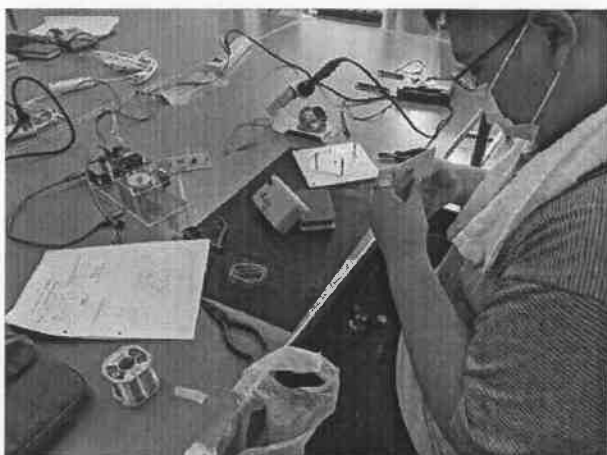
3 オペアンプを使用した非反転増幅回路において、出力信号が入力信号が約 6 倍なるようにする。R4 を 4.7[kΩ] に指定したときの抵抗 R3 の値に指定する。

【式】

$$A. \quad R_3 = \quad [\Omega]$$



写真：部品を実装した基板 (表裏)



写真：練習の様子

3. 3 プログラミング技術の習得

5月から2か月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15分から20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（基本的な練習項目を下記に記載します）。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。

<取り組みの中で学んだこと>

『プログラム力はデバッグ力』

いかに早く、間違いに気づくことができるかが大切。すぐにモニターで変数の変わり方を確認する。

『最初から全部書かない、一つずつの動作をまず正しく書く そしてつなげる!』

応用問題といった複雑な問題を大会前に練習していたとき、まず仕様書を全て頭に入れてから、仕様を満たすプログラム全てを記述しコンパイル、実装を行っていた（できるだけ早く問題を解くために）。一回で正しく動くときもあったが、そうでないときは、デバッグに非常に時間がかかった。桁数の多いプログラムでは間違いを特定するまでに時間がかかるので、一つ一つ動作を満たすように確認し、最後にそれらをつなげるような書き方をした方が、時間がかかるがデバッグがはやくできる。

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）

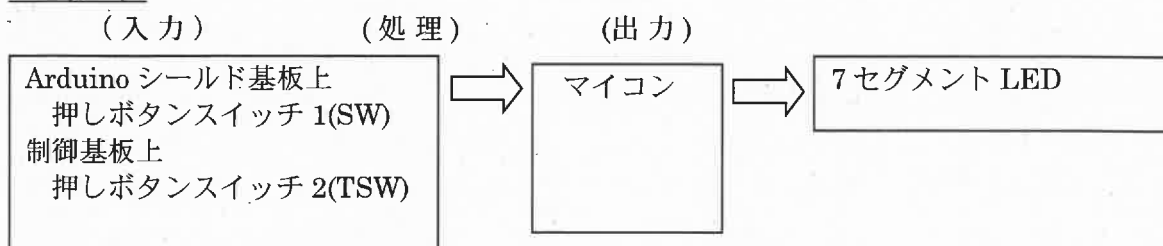
- ・ 7セグメント LED の ON/OFF 制御、PWM 制御
- ・ 7セグメント LED を配列を使って、表示を行う制御
- ・ 7セグメント LED のダイナミック制御（1ms 間隔で交互点灯）
- ・ タクトスイッチやスライドスイッチ、フォトインタラプタの状態の取得及びシリアルモニタを使っての、取得した情報の確認
- ・ モータの正転・逆転制御（速度は、タイマー割り込みとカウンタを使い3段階で制御）
- ・ ブザーの制御（音程は、タイマー割り込みとカウンタを使い3段階で制御）
- ・ メイン関数上で行う switch、case 文や if 文を使っての工程管理
- ・ フォトインタ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>

1問あたりの目標時間（課題①～⑤）：10分 （課題⑥～）：15分

※考えてわからなければ、解答を聞いてください。

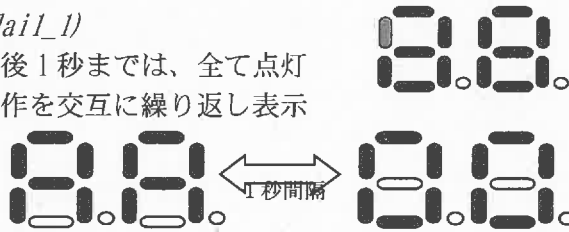
ブロック図



【出力対象：7セグメントLED】

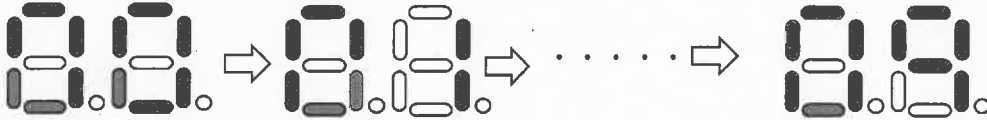
課題① (ファイル名: kadai_1)

動作の仕様①：電源投入後1秒までは、全て点灯
動作の仕様②：下記の動作を交互に繰り返し表示



課題② (ファイル名: kadai_2)

動作の仕様①：電源投入後1秒までは、全て点灯
動作の仕様②：下記の様に、0~9まで、1秒間隔で表示が変わる
動作の仕様③：9になるとその状態のまま表示が続く

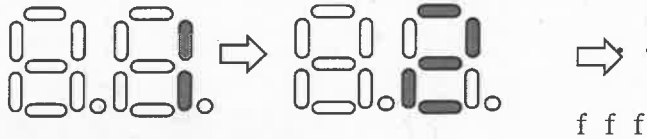


課題③ (ファイル名: kadai_3)

課題②を以下の様に改変する。

16進数表示データを元に次の様に1→2・・・Fまで0.5秒間隔でカウントアップ点灯するまた、下記の条件を満たす。

<条件> 左の桁を消灯し、右の桁に表示する。

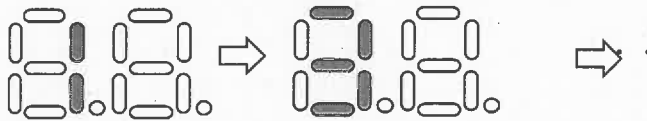


課題④ (ファイル名: kadai_4)

課題②を以下の様に改変する。

16進数表示データを元に次の様に1→3・・・F (奇数のみ) まで0.5秒間隔でカウントアップ点灯するプログラムを下記の条件を満たしたうえで作成しなさい。

<条件> 右の桁を消灯し、左の桁に表示する。

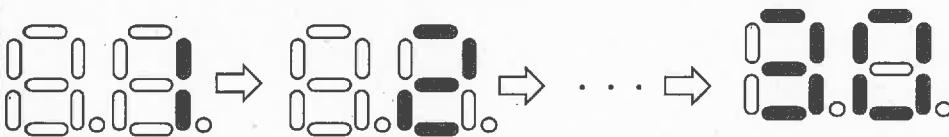


課題⑤ (ファイル名: kadai_5)

課題②を以下の様に改変する。

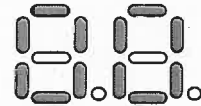
次の様に1→2・・・→10→11→・・・→30まで0.5秒間隔でカウントアップ点灯するプログラムを下記の条件を満たしたうえで作成しなさい。

<条件> 10未満の数を表示する場合、右の桁を消灯する。



課題⑥ ストップウォッチ (ファイル名: *kadail_6.c*)

※押しボタンスイッチ 2 (TSW) は、起動時には OFF とする。



動作の仕様①: 電源投入後 1 秒までは、0 の表示

動作の仕様②: 押しボタンスイッチ 2 (TSW) が ON になると押されると、カウントアップ (0~60) まで、0.5 秒間隔で表示が変わる。

動作の仕様③: 押しボタンスイッチ 2 (TSW) が OFF になるとカウントアップが停止し、直前の値のまま表示が続く

動作の仕様④: ③の動作の後、再び②の動作が行われるとカウントアップがその値から再開する。

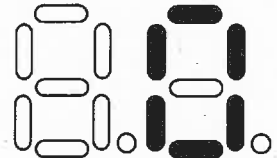
動作の仕様⑤: 60 になるとカウントアップが停止する (60 のままの表示)。

動作の仕様⑥: ⑤の後、押しボタンスイッチ 1 (SW) が ON になると、①の動作に戻る。

※⑥の動作は、⑤の後のみ実行できることとする。

課題⑦ カウント (ファイル名: *kadail_7.c*)

動作の仕様①: 電源投入後、0 の表示 (左の桁は消灯)

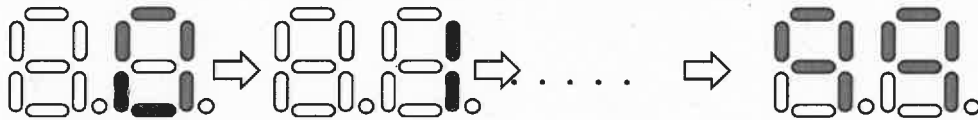


※このように、情報としては不要な、左の桁を消すことを 7 セグのゼロサプレス処理と言います。

動作の仕様②: 押しボタンスイッチ 1 (SW) が押されると、カウントアップ (0~99) 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。

※タクトスイッチが押されても、表示される値が 99 より大きくならない。

※チャタリング対策は必ず行ってください (100ms 程度)。



課題⑧ カウント (ファイル名: *kadail_8.c*)

動作の仕様①: 電源投入後、0 の表示 (左の桁は消灯)

動作の仕様②: ①の表示はトグルスイッチの状態で下記の様にする

押しボタンスイッチ 2 (TSW) = ON

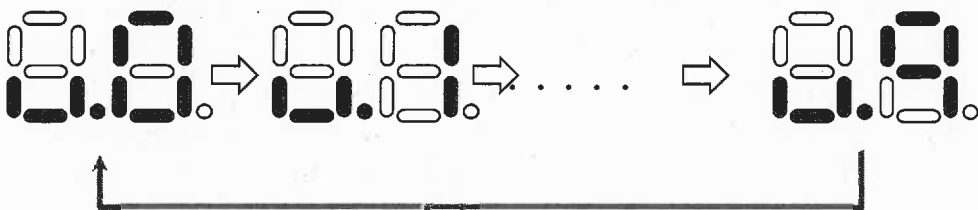
押しボタンスイッチ 2 (TSW) = OFF



動作の仕様③: 押しボタンスイッチ 2 (TSW) が ON のときで、押しボタンスイッチ 1 (SW) 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。

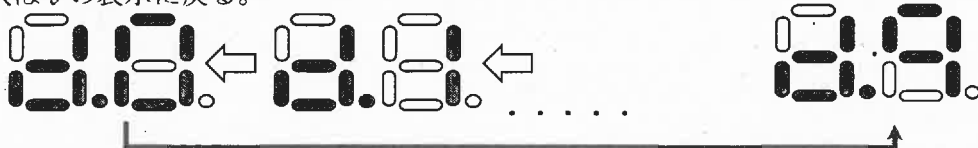
9 の次は 0 の表示に戻る。



動作の仕様④: 押しボタンスイッチ 2 (TSW) が ON のときで押しボタンスイッチ 1 (SW) 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。



4. 大会結果（県大会）

基板設計・製作では、基本的なスイッチを使った回路が出題され、またプログラムでも応用課題というより、これまで練習してきた基本的なプログラムを複数組み合わせたといいもので、落ち着いて取り組めば、クリアできるものと考えられた。

結果として私は、基板設計・製作、プログラミングのどちらも1位の成績をおさめることができ、優勝することができた。

また、私が指導していた1年生も2位の生徒に1点差に迫り3位という結果をおさめることができたことが、非常にうれしく思えた。また、基本的な電子回路の設計・製作、それを制御するための基本的なプログラムを習得し、1年生に伝えることができた。



写真：県大会の様子（競技中）



写真：県大会の結果（表彰）

令和4年度 第22回 高校生ものづくりコンテスト 電子回路組立部門 長野県大会 審査結果

No	作業台 順	学校名	科	学年	氏名	ふりがな	プログラミング技術 (45点)		組立技術 (45点)	設計技術 (45点)	その他 (15点)	合計点 (195点)	順位
							プログラム 作成	動作・動作 確認					
11	13	岡谷工業	情報技術	2	アノタケ 陽	あのたけ ひろ	25	3	29	4	4	75	1
3	11	松本工業	電子工業	3	高沢 英歌	たかざわ えいか	16	3	30	5	6	67	2
12	15	岡谷工業	情報技術	1	佐藤 匠生	さとう たくみ	25	2	31	4	4	66	3
9	9	松本工業	電子工業	3	篠原 謙正	しのはら けんせい	13.5	3	25	3	5	59.5	4
6	3	松本工業	電子工業	2	加藤 聖雄	かとう せいゆう	1	3	29	5	5	53	5
4	12	松本工業	電子工業	3	笠原 康弘	かさはら やすひろ	9	3	30	5	5	46	6
15	14	岡谷工業	情報技術	2	高杉 聖	たかすぎ せい	6	3	29	4	4	46	6
5	5	松本工業	電子工業	2	下田 雄純	しもだ けいじ	5	3	27	5	5	45	8
8	7	松本工業	電子工業	2	大月 颯	おおつき そら	9	3	32	4	5	44	9
13	6	岡谷工業	情報技術	1	小林 隼斗	こばやし しゅんと	1	3	30	5	5	44	9
14	8	岡谷工業	情報技術	1	小口 遼	おぐち れん	5	3	27	3	4	42	11
10	2	岡谷工業	情報技術	2	武井 康次郎	たけい けいじろう	7	2	26	5	2	37	12
1	1	松久平総合技術	電気情報	3	黒澤 七海	くろさわ ななみ	9	1	25	5	3	34	13
7	4	松本工業	電気	2	大月 七海	おおつき ななみ	0	0	19	2	5	26	14
2	10	松久平総合技術	電気情報	3	鈴木 裕空	すずき ゆう	0	1	8	4	5	18	15

↑
入賞

県大会の結果

5. 大会結果（北信越大会）

県大会が、優勝できたこともあり選手宣誓を任された。多くの来賓や先生がいらっしやる中で緊張したが、非常に貴重な経験を得ることができた。

大会では、入力回路の製作で失敗し、動かない素子があったため、プログラム課題において仕様を満たす動作をさせることができなかった。得意のプログラムで点数を伸ばすことができなかったことが非常に悔しかった。これまで触ったことがなかったフォトインタラプタを使った回路の製作が出題され、誤った配線で接続したことが原因で、さらに広く電子回路に関する素子やその使い方に関する知識が無いと勝てないということがわかった。



令和4年度 第22回 高校生ものづくりコンテスト 電子回路組立て部門 北信越大会 審査結果

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 (45点)		組立技術 (45点)	設計技術 (5点)	その他 (5点)	合計点 (100点)	順位
							プログラム制作 (20点)	組立・動作等 (25点)	組立技術・準備付け等	部品選定・計算等	作業環境・安全性・整理整頓・清掃		
1	2	柏崎工業	機械創造	2	木下 翔磨	きのした しょうま	23	2.5	34.7	0.0	5	65.2	5
2	5	新潟工業	電気	2	高井 大夢	とみい ひろむ	23	3.6	39.4	3.0	5	74.0	2
3	4	砺波工業	電子	2	池田 柚紀	いけだ ゆずき	14	3.9	42.8	4.5	5	70.2	4
4	3	砺波工業	電子	2	性兼 虎次郎	おおくら こじろう	6	1.4	41.2	5.0	5	58.6	8
5	10	小松工業	電気	3	鈴谷 悠人	あめたに ゆうと	7	2.5	35.5	3.0	5	53.0	10
6	6	金沢市立工業	電子情報	3	小荒 郁弥	こあら ぷみや	10	4.1	39.3	2.5	5	60.9	7
7	8	敦賀工業	電気	3	山本 泰成	やまもと たいせい	12	5.0	43.9	4.5	5	70.4	3
8	1	敦賀工業	電気	2	山下 史恵	やました しおん	5	3.4	40.4	2.5	5	56.3	9
9	9	岡谷工業	情報技術	2	フィッシャー 翔音	みいっしやー しょうん	12	2.8	39.4	2.0	5	61.2	6
10	7	松本工業	電子工業	3	富沢 友歌	みやざわ ゆうた	32	5.0	44.2	5.0	5	91.2	1

県大会の結果

6 位

6. 反省・感想

<高林 蓮>

私が、今回のものづくりコンテストで、私は入賞を果たした。

去年、私は初めてものづくりコンテストに出場し、くしくも最下位という結果を残してしまった。私は、それが悔しくて悔しくて、去年と同じメンバーもみんな一緒に春休みという時間を使ってみっちり特訓することにした。毎日二時間以上プログラミングと基板設計を行い、本番に臨みました。そして、本番トラブルによって課題4から先に進めなくてとても焦りピンチだった。だが最後の力をふり絞り頑張った。そして入賞してとてもうれしかった。

そして来年、さらに多くのプログラミングに関する技術や知識を身に付けて、上位を目指せるようにがんばりたいと思います。

<武井 慶次郎>

今回のものづくりコンテストは二回目の出場だったので、分かることや作業が慣れていて、よかったこともあったが失敗してしまったこともあった。前回の経験を活かし、基盤の半田つけのスピードときれいに行うことの徹底やプログラムの確実性などを意識しながらできた。そして出場メンバー全員で協力、競い合いながら、毎日課題に取り組みました。本番で私は、二回目で少し気が緩んでいたのと本番の緊張で、基盤の回路ミスやプログラムの資料の読み間違いなど普段はしないようなミスをしてしまい、動作がうまくいかず焦ってしまいました。そして、その焦りでミスをしていることに気づかず終わってしまいました。今回は力が発揮できなく悔しかったです。けれどこの経験をこれからの様々な活動に活かしてがんばりたいと思いました。

<フィッシャー 翔音>

今回は2回目の出場で、去年の反省を生かしながら上位入賞を目標に練習に取り組みました。去年と比べて、よりレベルの高いものを意識できるようになりました。また、新しい部品を使ったり、完成までのスピードを早めたりと、様々な練習をしました。結果は、まさかの1位を取ることができました。全くの想定外で、とても驚きました。基板製作は落ち着いて、飛び散りも少なく作ることができ、目標の50分を切ることができました。プログラミングでは、6問解くことができ、上出来だったと思います。また、北信越大会に出場することができましたが、上位に入賞することができませんでした。来年は北信越大会での反省を生かして、全国出場を目標に頑張りたいと思います。

<小林 隼斗>

今回はじめて参加して作業になれておらず結果は振るわないものだった。そうなってしまった原因ははんだ付けの正確さへの意識の低さやプログラムへの理解度不足があると考えます。そのため、次回参加する際には今までよりも多く練習を重ねて作業に慣れていく中で、書けるプログラムを更に増やしていきたい。また、これらの技術を身につ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言える。そのことから、早く正確な行動を心がけて練習に取り組みたい。

<塩澤 匠生>

初めて出る大会でわからないことだらけだったけれども、頑張って半田付けやプログラミングの練習をたくさんして技術をつけ、結果的に3位になることができてよかった。しかし今回の大会で自分ができていなかったことや課題が見つかったので来年はもっと練習して、北信越大会に出場できるようにできなかったことをできるようにになりたい。

<小口 建>

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。基板のハンダ付け、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ていなかった。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生かしていきたい。