

## 第20回高校生ものづくりコンテスト福岡県大会

電子回路組立部門

## 1. 回路の設計製作課題

支給部品を用いて、指示された回路を設計および製作しなさい。

＜ 支給部品 ＞

支給部品一覧を表1に示す。但し、全ての部品を使用しない場合がある。

表1. 支給部品一覧

No	部品 記号	部品名	型式	定格	備考（購 入先等）	個数
1	PSW	タクトスイッチ	1273HIM160GG	1 回路 1 接点	秋月電子 通商	1
2	TSW	トグルスイッチ	2MS1T2B4M2QES	1 回路 2 接点	秋月電子 通商	1
3	PS1	透過型フォトインタラプタ1	CNZ1023		秋月電子 通商	1
4	R1	炭素被膜抵抗器	1/4W ±5%	330Ω	秋月電子 通商	1
5	R2 ~ R4	炭素被膜抵抗器	1/4W ±5%	10kΩ	秋月電子 通商	3
6	R5	炭素被膜抵抗器	1/4W ±5%	22KΩ	秋月電子 通商	1
7	R6	炭素被膜抵抗器	1/4W ±5%	47kΩ	秋月電子 通商	1
8	CN8	コネクタ 3P (KI1233- AA 接続用)	B3B-XH-A	3P	秋月電子 通商	1
9	CN7	コネクタ 6P (制御用マイコ ン接続用)	B6B-XH-A	6P	秋月電子 通商	1
10		ユニバーサル基板	ICB-293	72mm×95m m	サンハヤ ト	1
11		スペーサ・ビス			秋月電子 通商	1
12		鉛フリーハンダ	HOZANHS-313	Φ0.8	Sn-3Ag 0.5Cu	適量
13		スズメッキ線		Φ0.5		適量

く 設計製作回路 俯瞰図 >

図1に設計製作回路の入力回路基板の俯瞰図を示す。図の上側が奥手方向となる。▲は1番端子側を示す。

①入力回路基板 (部品面)

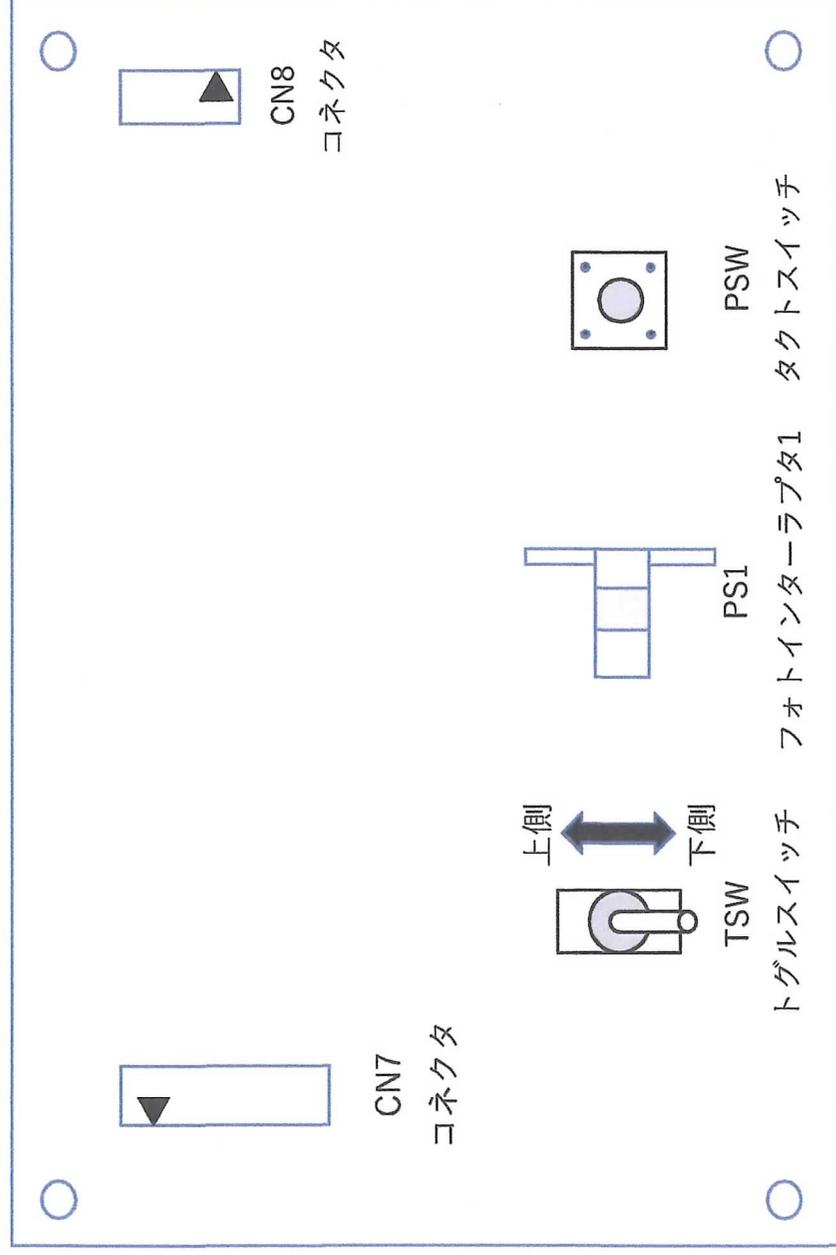


図1. 設計製作回路 俯瞰図, ▲は1番端子側

フォトインタラプタは入力回路基板と DC モータの状態フィードバック用の 2 か所にあるため、入力回路基板を1番 (PS1), DC モータの状態フィードバック用を2番 (PS2) とする。

く 設計製作回路内コネクタ 6ピンコネクタ“CN7”, 3ピンコネクタ“CN8” ピンアサイン >

以下に設計製作回路のコネクタ CN7 および CN8 のピンアサインを示す。アサインについては「第21回高校生ものづくりコンテスト全国大会 電子回路組立部門 課題」([https://zenkoukyo.or.jp/web/content/uploads/mono41denshi\\_kadai.pdf](https://zenkoukyo.or.jp/web/content/uploads/mono41denshi_kadai.pdf))の7ページ「資料2 競技に使用するケーブルについて」に準拠している。

### (1) 6ピンコネクタ (CN7)

図2に6ピンコネクタ (CN7) のピン番号, 図3に各ピンのアサインを示す。

① ② ③ ④ ⑤ ⑥



①	Vcc	②	入力 D0	③	入力 D1
④	入力 D2	⑤	入力 D3	⑥	GND

図2. 6ピンコネクタ (CN7) 番号

図3. CN7 ピンアサイン

- ①コネクタ端子1はVcc (+5[V]) に使用する。
- ②コネクタ端子2は入力D0としてPS2 (フォトインタラプタ2) に使用する。この端子は3ピンコネクタ (CN8) 2番端子 (Vin) からスルー接続される。
- ③コネクタ端子3は入力D1としてPSW (タクトスイッチ) に使用する。
- ④コネクタ端子4は入力D2としてPS1 (フォトインタラプタ1) に使用する。
- ⑤コネクタ端子5は入力D3としてTSW (トグルスイッチ) に使用する。
- ⑥コネクタ端子6はGND (0[V]) に使用する。

### (2) 3ピンコネクタ (CN8)

図4に3ピンコネクタ (CN8) のピン番号, 図5に各ピンのアサインを示す。

① ② ③



①	GND	②	Vin	③	Vcc
---	-----	---	-----	---	-----

図4. 3ピンコネクタ (CN8) 番号

図5. CN8 ピンアサイン

- ①コネクタ端子1はGND (0[V]) に使用する。
- ②コネクタ端子2はVinとしてPS2 (フォトインタラプタ2) に使用する。この端子は6ピンコネクタ (CN7) 2番端子 (入力D0) へスルー接続する。
- ③コネクタ端子3はVcc (+5[V]) に使用する。

## く システム全体図 >

次ページの図6に本競技におけるシステム全体図を示す。

### 【回路設計 課題】

図1の「①入力回路基盤」について, 支給したグラフ用紙内に説明された回路記号に従ってグラフ用紙に回路図を作成し, その後ユニバーサル基板上に回路を構成せよ。**部品の相対的配置を図1から変更してはならない。**各部品間の配線については各自で設計し, 最良の回路を目指すこと。回路構成が終了し次第, 制御プログラム課題に取り組みこと。

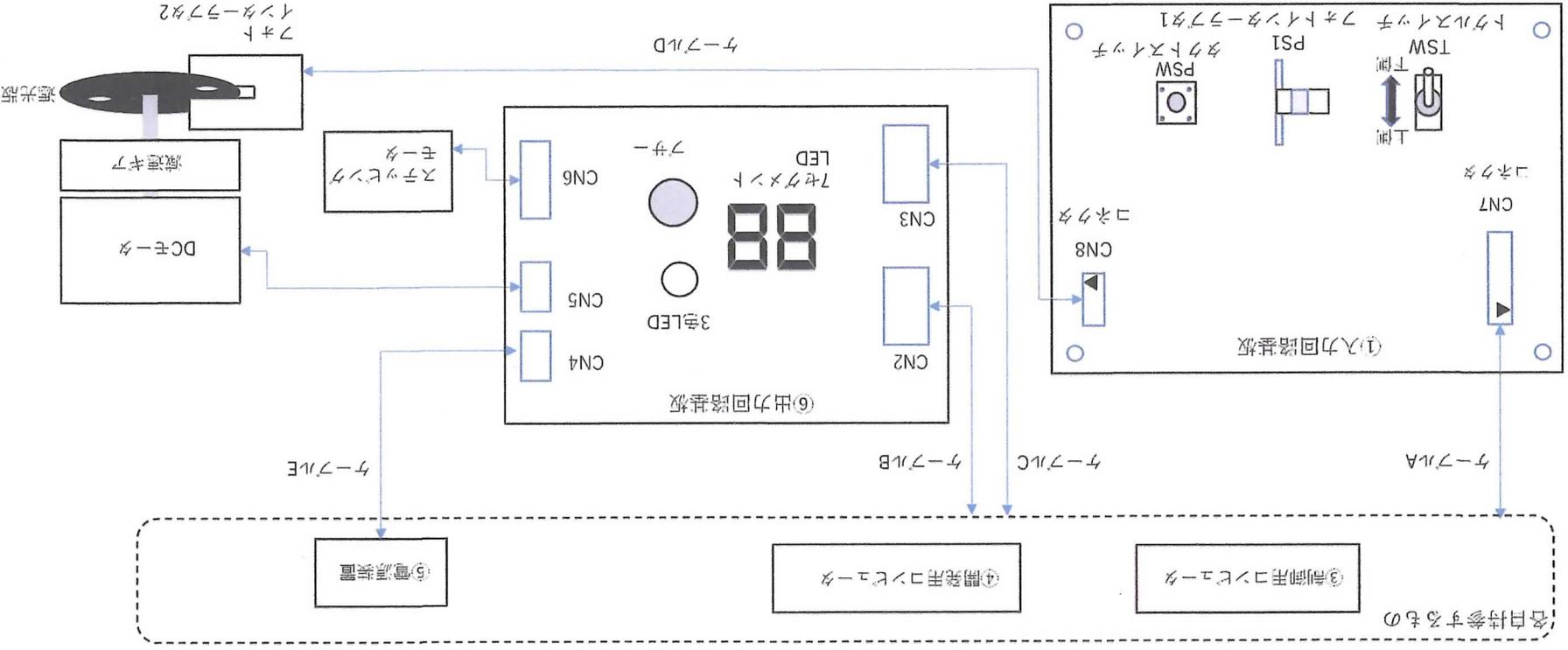


図6. システム全体図, ①入力回路▲は1番端子側

## 2. 制御プログラム課題

以下の説明を良く読み、制御プログラムを製作しなさい。

### ＜ 各機器の初期状態 ＞

課題中に別途指定が無い場合、初期状態は以下の表2および表3のとおりとする。

表2. ①入力回路

No	機器	状態
1	トグルスイッチ	下側
2	タクトスイッチ	離している
3	フォトインタラプタ1	検出無し

表3. ⑥出力回路

No	機器	状態
1	フルカラーLED	消灯
2	7セグメントLED	消灯
3	圧電ブザー	無音
4	DCモータ	停止
5	ステッピングモータ	停止

DCモータ状態のフィードバック用フォトインタラプタ2については、検出/無検出どちらでも良い。

### ＜ DCモータおよびステッピングモータの回転 ＞

- (1) 各モータの回転速度について指定がある場合は、必ずそれに従うこと。低速・高速などの指定では、その違いが目視で判断できるようにプログラムを作成すること。
- (2) 各モータやギアボックスについて、負荷側から見て①正転は時計回り (CW), ②逆転は反時計回り (CCW) とする。
- (3) ステッピングモータは各課題プログラム実行前に手で0° の位置に戻すこと。

### ＜ 数値の基数 ＞

数値は2進数, 10進数, 16進数を扱う。

### ＜ 7セグメントLED, フルカラーLEDの扱い ＞

- (1) 7セグメントLEDは、課題内で「7セグ」と省略して記述されていることがある。
- (2) 7セグメントLEDは、課題内で指定されていない場合は図7の表示とする。それぞれ「0」「1」「2」「3」「4」「5」「6」「7」「8」「9」「A」「b」「c」「d」「E」「F」「- (マイナス)」に対応している。

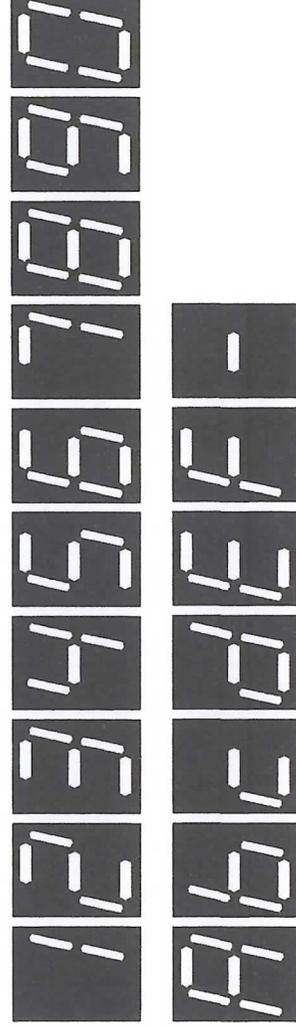


図7. 7セグメントLED表示

- (3) フルカラーLEDは(赤, 緑, 青) = (R, G, B)とし, 混色により発色する。各原色の最小値は $00_{(16)}$ , 最大値は $FF_{(16)}$ とし, 最小値では発光せず, 最大値では最大輝度となるように割り当て。 $00_{(16)}$ と $FF_{(16)}$ の間の輝度については線形補間とすること。

#### 〈 単位表記 〉

課題では以下の単位表記を使用していることがある。

deg : 度 (degree)     $10[\text{deg}] = 10^\circ$   
rps : 毎秒回転数 (revolution per second)     $1[\text{rps}] = \text{毎秒} 1 \text{ 回転}$   
ms : ミリセカンド (milli-second), 1000分の1秒単位     $10[\text{ms}] = 1000 \text{ 分の} 10 \text{ 秒}$

上記以外でこれまでに学んでいない単位表記があれば, 挙手して審査員に質問しても良い。

#### 〈 プログラム作成および動作確認/完成審査 〉

- (1) 課題は1番から取り組む必要は無く, どの課題から取り組んでも良い。
- (2) プログラムは1課題ずつ作成し, 1つの課題が完成すれば高く手を挙げて完成したことを伝えること。  
**1つの課題が終わる毎に完成審査を受けること。**
- (3) 審査が重なることがあるが, 手を挙げた順番に審査を実施する。
- (4) 完成審査で不合格の場合は, 再度審査を受け, 合格になるまではその課題は完成したものは見做されない。
- (5) 完成審査で不合格となった課題について, 不合格課題を放棄し, 別の課題に取り組んでも良い。
- (6) 挙手時に審査員が他の競技者の審査をしている場合は, 次の課題に取り組んでも良い。上記(3)の通り, 挙手順に審査を実施するので, 次の課題に取り組む旨を係員に申し出ること。
- (7) 競技が終了しても競技時間内に挙手した全ての課題について完成審査を継続し行う。

**課題は次ページより10題ある。複数ページにわたる課題もあるため, 各課題に取り組む前に内容の全体を必ず確認すること。**

### 【課題 1】

タクトスイッチの動作確認をしたい。

電源を入れたら、初期状態になり、以下の(1)または、(2)の動作をする。

(1) トグルスイッチ ”上向き” のとき

タクトスイッチを押す度に、7セグ右が”カウンタアップ”する。

表示がFのときタクトスイッチが押されると0に戻る。

(2) トグルスイッチ ”下向き” のとき

タクトスイッチを押す度に、7セグ左が”カウンタダウン”する。

表示が0のときタクトスイッチが押されると最大値Fになる。

一方の7セグが変化しているとき、もう一方は表示を維持する。

### 【課題 2】

各制御対象、設計製作回路の動作が正常かを確認したい。

電源を入れたら、初期状態になり、以下の(1)または、(2)の動作をする。

(1) トグルスイッチ ”下向き” のとき

タクトスイッチを押すと、2個の7セグの全てのセグメントを点灯、フルカラーLED を赤で点灯、

DC モーターを低速回転、ステッピングモーターを低速回転、ブザーを低音で鳴らす。再度タクトスイッチを押すと、DC モーター、ステッピングモーター、ブザー鳴動を停止する。

(2) トグルスイッチ ”上向き” のとき

タクトスイッチを押すと、2個の7セグの全てのセグメントを1秒間隔で点滅、フルカラーLED を青で点灯、DC モーターを低速逆回転、ステッピングモーターを低速逆回転、ブザーを中音で鳴らす。再度タクトスイッチを押すと、DC モーター、ステッピングモーター、ブザー鳴動を停止する。

どの状態からもフォトインタラプタ 1 を遮断するとトグルスイッチ以外は初期状態に戻る。また、その後、トグルスイッチを初期状態にすれば(1)、(2)が開始可能となる。

### 【課題 3】

制御対象について離散的な動作確認をしたい。

電源を入れたら、初期状態になり、以下の(1)または、(2)の動作をする。

(1) トグルスイッチ ”下向き” のとき

タクトスイッチを押すと、約1秒間隔で

- ・7セグが16進表記で「56」→「AC」→「FF」→「56」→…
- ・フルカラーLEDが(R,G,B)で(56,56,56)→(AC,AC,AC)→(FF,FF,FF)→…
- ・ブザーが「低音」→「中音」→「高音」→…

と繰り返す。

「低音」「中音」「高音」は明らかに判別できる音階で構成すること。

(2) トグルスイッチ ”上向き” のとき

(1)と逆動作をする。

どの状態からもフォトインタラプタ1を遮断するとトグルスイッチ以外は初期状態に戻る。また、その後、トグルスイッチを初期状態にすれば(1)、(2)が開始可能となる。

### 【課題 4】

制作した入力回路基板①にあるフォトインタラプタ1に遮断版を差し込んでいる時間を測定したい。

測定範囲は1秒未満とする。

- ①電源を入れると初期状態にある。
- ②フォトインタラプタに遮断版を入れ、引き抜く。
- ③測定した時間を100[ms]の位を7セグの左に、10[ms]の位を右に表示しブザーを0.5秒鳴らす。
- ④その後②と③を繰り返す。

### 【課題 5】

人の反応時間の計測装置を作りたい。

- ①電源を入れると初期状態にある。
- ②タクトスイッチを押すとLED赤色とする。
- ③1～5秒未満の任意の時間後(乱数で決定)、LEDを緑色に変更する。
- ④色が変化したら、なるべく早くタクトスイッチを押す。
- ⑤LEDが緑色に点灯してからタクトスイッチが押される時間間隔(人の反応時間)を7セグに表示する。

(表示は100[ms]の位を左の7セグ、10[ms]の位を右の7セグ)

- ⑥測定が終了するか、LEDが緑になってから5秒を過ぎると、LEDを黄色にし①に戻り、タクトスイッチが再び押されるのを待つ。

## 【課題6】

連続的にカウンタアップ/ダウンを行い、状態を様々な形で確認できるようにしたい。

電源を入れたら、初期状態になり、以下の(1)または、(2)の動作をする。

(1) トグルスイッチ ”下向き” のとき

①タクトスイッチを押すと DC モーターが低速で回転を開始し、以下の動作を実行する。

(a)DC モーターに減速機を通じて接続された遮光版が 0.5 回転するごとに、

- ・ 7セグが 16 進表記で「00」→「01」→…→「FF」→「00」→「01」→…
- ・ フルカラーLED が (R,G,B) で (00,00,00) → (01,01,01) →…→ (FF,FF,FF) →…
- ・ ブザーは 7セグ表記が「00」～「56」は「低音」、 「57」～「AC」は「中音」、 「AD」～「FF」は「高音」を鳴動

(b)DC モーターに減速機を通じて接続された遮光版が 10 回転するごとに、ステッピングモーターが +10[deg]ずつ正転

②DC モーターが回転している状態でタクトスイッチを押すと、DC モーターの回転速度が

「中速」→「高速」→「低速」→… と速度変化し、上記(a)、(b)動作を行う。

「低音」「中音」「高音」は明らかに判別できる音階で構成すること。

(2) トグルスイッチ ”上向き” のとき

(1)と逆動作を実行する。

どの状態からもフォトインタラプタ 1 を遮断するとトグルスイッチ以外は初期状態に戻る。また、その後、トグルスイッチを初期状態にすれば(1)、(2)が開始可能となる。

## 【課題 7】

直流モータの位置決めを行いたい。

電源を入れると初期状態にある。

タクトスイッチを押すと DC モータを約 1[rps]で回し、DC モータに減速機を通じて接続された遮光版がフォトインターラプタ 2 において透過の位置になったら止める。その後以下の (1) 又は (2) を繰り返し返す。

(1) トグルスイッチ ”上向き” にしたとき、7セグの左側は消灯、右側は 0 を表示する。

① タクトスイッチを押す度に 7セグがカウントアップする。最大値は 8 とし、それ以上タクトスイッチを押すと表示は再び 0 に戻りカウントアップを続ける。

② 制作した入力回路基板①にあるフォトインターラプタ 1 を遮蔽した状態でタクトスイッチを押すと DC モータが約 1[rps]で右回転を始める。ただし、7セグが 0 表示のときは回転しない。

③ ギアボックスの遮光版が 1 回転する度に 7セグの表示をカウントダウンし 0 になったら静止する。DC モータに減速機を通じて接続された遮光版に光が透過する度にブザーを高音で 0.2 秒間鳴らすと同時に、LED の緑色を同じ時間点灯する。

(2) トグルスイッチ ”下向き” にしたとき、7セグの左側は- (マイナス) を表示、右側は 0 を表示する。  
① タクトスイッチを押す度に 7セグがカウントダウンする。最小値は-8 とし、それ以上タクトスイッチを押すと表示は再び-0 にもどりカウントダウンを続ける。

② 制作した入力回路基板①にあるフォトインターラプタ 1 を遮蔽した状態でタクトスイッチを押すと DC モータが約 1[rps]で左回転を始める。ただし、7セグが-0 表示のときは回転しない。

③ ギアボックスの遮光版が 1 回転する度に 7セグの表示をカウントアップし-0 になったら静止する。DC モータに減速機を通じて接続された遮光版に光が透過する度にブザーを低音で 0.2 秒間鳴らすと同時に、LED 赤色を同じ時間点灯する。

## 【課題 8】

DC モーターの回転数を表示するデジタルアナログタコメータを作りたい。

電源を入れたら、初期状態にある。

✓ トグルスイッチが“下向き”から開始し、

- ① タクトスイッチを押すと DC モーターに減速機を通じて接続された遮光版が約 1[rps] で回転開始
- ② DC モーターが回転しているとき、タクトスイッチを押すと約 1[rps] ずつ増速する。

このとき、

(a) フルカラーLED およびブザーは以下の動作

- ・ 約 1[rps]～約 10[rps]では、フルカラーLED は緑色に点灯し、ブザーは無音
- ・ 約 11[rps]～約 15[rps]では、フルカラーLED を黄色に点灯し、ブザーを中音で鳴動
- ・ 約 16[rps]～約 20[rps]では、フルカラーLED を赤色に点灯し、ブザーを高音で鳴動
- ・ 約 20[rps]のときはタクトスイッチが押されても増速せず、状態を保持

(b) 7 セグは回転数を 10 進数 2 桁で表示

例) 1[rps]は「01」で表示, 10[rps]は「10」で表示

(c) ステッピングモーターは回転数×10[deg]を指示

例) 1[rps]は 10[deg]を指示, 10[rps]は 100[deg]を指示

✓ トグルスイッチを“上向き”に変更して、

タクトスイッチを押すと約 1[rps] ずつ減速する。7 セグ、フルカラーLED, ステッピングモーターの指示角、ブザーは増速時と同じ扱いとする。約 1[rps]のときはタクトスイッチが押されても減速せず、状態を保持する。

上記の 2 つのトグルスイッチの状態の動作が確認できた後は、トグルスイッチの状態により増速と減速が切り替わる。

どの状態からもフォトインタラプタ 1 を遮断するとトグルスイッチ以外は初期状態に戻る。また、その後、トグルスイッチを初期状態にすればプログラム開始可能となる。

### 【課題 9】

バーコードリーダーを作成したい。

電源を入れると初期状態にある。

①制作した入力回路基板①にあるフォトインタラプタ 1 を使ってバーコードにした数値 h1～h8 (4bit) を読み込ませる。

補足)

バーコードはクリアファイルに遮光用の紙のバー (幅 10 mm) を貼って作成したものを供与する。バーの幅 10 mm を 0, 20 mm を 1 に対応させる。バーの間は透明で 10 mm 開いている。

バーコードはヘッドとフッタが数値を挟んで前後に配置してある。なおヘッドとフッタの値はとも 0 である。従って、バーコードの情報は“ヘッド”+“h1～h8 のいずれか”+“フッタ”とする。バーコードの例を図 8 に示す。ヘッドのバーには数値に対応して  $\triangle 1 \sim \triangle 8$  と表記しており、図 8 は h1 である。

## ヘッド データ フッタ

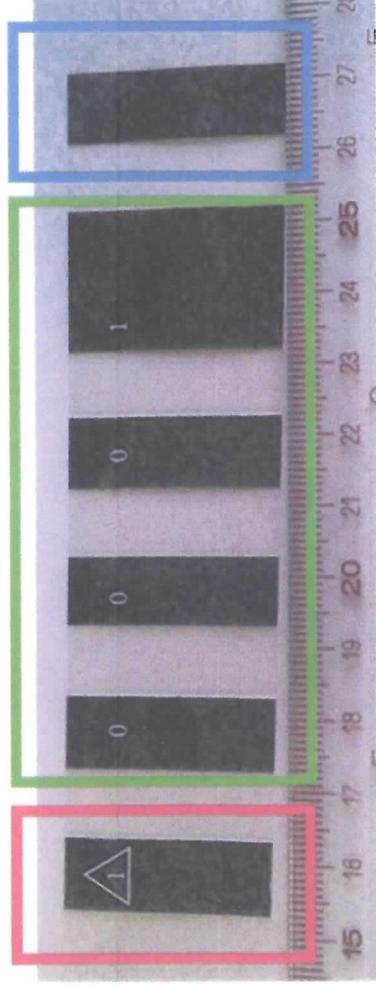


図 8. バーコード例, このバーコードは  $0001_{(2)} = 01_{(16)} = h1$  を表現

②バーコードをプログラム作成者自身が手で一定速度になるようにスキャンする。

③読み取った値を 7 セグ右に表示し, 高音を 0.2 秒鳴らす。

④②～③を繰り返す。

## 【課題 10】

課題 9 のバーコードリーダーを応用して楽曲合成を行いたい。

(1)課題 9 の②について、鳴らす音の周波数を表 4 のバーコード番号に対応したものとし、鳴らす時間を 2 秒間としたものに変更する。

Tips) C 言語の様な関数型言語の場合は関数化, C++言語の様なオブジェクト指向型言語の場合はカプセル化すると(2)以降の課題対応が容易になるため、関数化等を検討すること。

表 4. バーコード番号と鳴動周波数との対応

バーコード番号	周波数[Hz]	バーコード番号	周波数[Hz]
h1	3065	h5	3098
h2	3073	h6	3110
h3	3082	h7	3123
h4	3087	h8	3130

プザーから対応した音の全てを鳴らすことが出来れば、(2)のプログラムに変更する。

(2)各バーコードはh1番から順に音階の1オクターブ分の「ド」「レ」「ミ」...「ド」に対応している。プログラム開始直後は初期状態にある。

①トグルスイッチ“下向き”のとき

(a)タクトスイッチを押した後、バーコードを読み込ませると、左側の7セグにマイナス(-)を表示、右側の7セグにhを外したバーコード番号を表示した後、バーコード番号に対応した音階を2秒鳴らす。

例) h2を読み込ませると「-2」を表示して、「音階レ」を2秒鳴らす。

(b)再度タクトスイッチを押すと、最後に読み込んだバーコード番号を追加記憶する。最大記憶長は制御コンピュータの性能に見合った長さとする。追加記憶後、記憶している個数を左側の7セグに表示、右側の7セグはマイナス(-)を表示する。

例) タクトスイッチを押すと「3-」を表示したときは、3番目に追加されている。

(a)の状態で(b)をせずに②へ移った場合は、最後に読み込んだバーコード情報は破棄される。バーコードを読み込ませずに②へ移った場合は何も追加記憶しない。

(b)のバーコード番号記憶後は(a)の入力を受け付ける。

②トグルスイッチ“上向き”のとき

タクトスイッチを押すと、

(a)記憶しているバーコードが無い場合は、7セグは2つともマイナス(-)を表示し、「ド(2秒)」[無音(1秒)]「ド(2秒)」と鳴らす。

(b)記憶しているバーコードがある場合は、記憶番号1番から順に2秒間ずつ鳴らす。鳴動中は鳴動している音について、左側7セグは記憶番号、右側7セグはhを外したバーコード番号を表示する。

例) 「32」の場合は、記憶番号3番、バーコード番号h2で「音階レ」を2秒間鳴らす。

(次ページへ続く)



