

令和4年度 高校生ものづくりコンテスト
電子回路組立部門 関東大会(栃木大会)

当日課題

<内容>

- 資料
- 電子回路技術課題
- 組み込みソフトウェア技術課題
- メモ用紙

競技時間 150分

競技開始まで、この表紙を開かないでください

<注意事項> **事前によく読んでください**

- 1 指示があるまで支給・貸出品の開封はしないでください。
- 2 競技開始の合図があるまで、装置との配線などの準備はしないでください。
(パソコンや工具等の電源は、OFFでプラグなどは抜いておいてください。)
- 3 資料やデータは、許可されたもの以外は持ち込み・参照禁止です。
- 4 ソフトウェア技術課題は、順番どおりに作成しなくてもかまいません。
- 5 プログラムを作成するときは、課題番号ごとにフォルダをつくり、その中にソースプログラムなど関連ファイルを保存してください。(詳しくは、内部に記述あり)
- 6 プログラムは**作成したすべて**を支給される USB メモリに入れ、提出してください。
- 7 競技終了後、課題についての、**プレ審査**があります。
担当の先生の指示に従って操作を行い、審査を受けてください。
- 8 その他先生の指示に従ってください。

競技者 番号		都県名	
学校名		氏 名	

1 競技概要

制御対象装置と、マイコン制御回路および入力回路等を組み合わせたシステムを構成し、課題で提示される目的の動作・機能するプログラムを作成し完成させる。

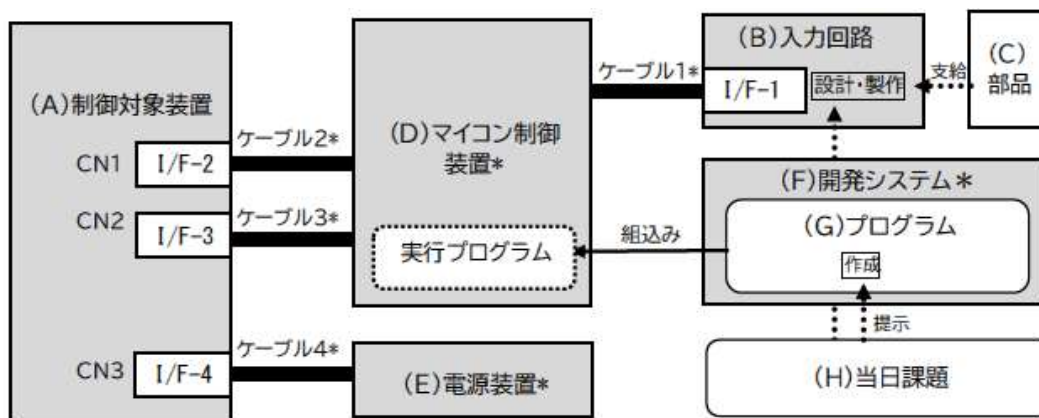


図1 システム概要図 I/F:インターフェース CNx:回路図中記号 *:競技者準備

競技内容 ○電子回路の設計技術 … 入力回路の設計（回路図の作図）
 ○電子回路の製作技術 … 入力回路の製作
 ○組込みソフトウェア技術… プログラムの作成

2.54mm ピッチ 1 列ストレートピンヘッダ 5 ピン

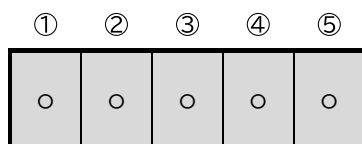


図2 I/F-1 仕様 (top view)

①	②	③	④	⑤
GND	信号 出力	信号 出力	信号 出力	VCC 入力

VCC は供給電源（電圧 5V 最大電流数十 mA 程度）

2.54mm ピッチ 2 列 5 ピン・ボックスヘッダ 10 ピン（回路図 記号 CN1、CN2）

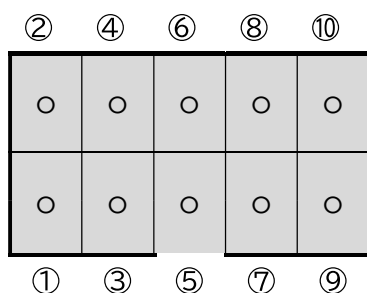


図3 I/F-2 I/F-3 仕様(top view)

②	④	⑥	⑧	⑩
信号 入力	信号 入力	信号 入力	信号 入力	GND
①	③	⑤	⑦	⑨
VCC 入力	信号 入力	信号 入力	信号 入力	信号 入力

VCCは供給電源(電圧5V 最大電流数百mA程度)

2.54mm ピッチ 1 列ストレートピンヘッダ 3 ピン（回路図記号 CN3 POWER）

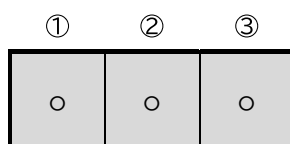


図4 I/F-4 仕様(top view)

①	②	③
GND	VCC 入力	GND

VCC は供給電源（電圧 5V 最大消費電流 1A 程度）

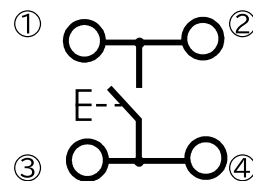
2 支給部品(図1-C)と主な部品の仕様

○タクトスイッチ 赤色	1個
○タクトスイッチ 黒色	1個
○フォトランジスタ NJL7502L	2個(予備1)
○カーボン抵抗器	各種(予備含)
○5ピン端子(ストレートピンヘッダ)	1個
○ユニバーサル基板 W92mmxH72mm	1枚
○6角樹脂スペーサ 長さ 10mm	4個
○LED スペーサ 長さ 5mm	1個
○ビス M3 長さ5mm	4個
○はんだ $\phi 1.0\text{mm}$ 鉛フリー	約30cm
○スズメッキ線 $\phi 0.5\text{mm}$	約100cm
○キャップ(光遮断用)	1個
付属 ビニール袋・エアーキャップ袋	

タクトスイッチ

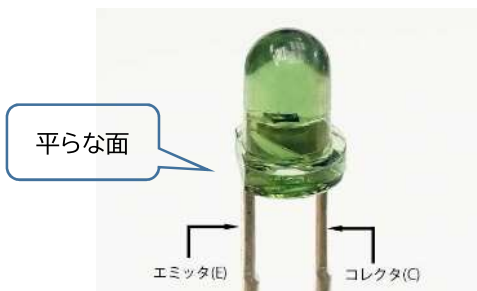


(a)外観

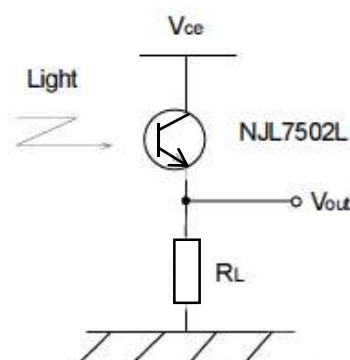


(b)内部回路

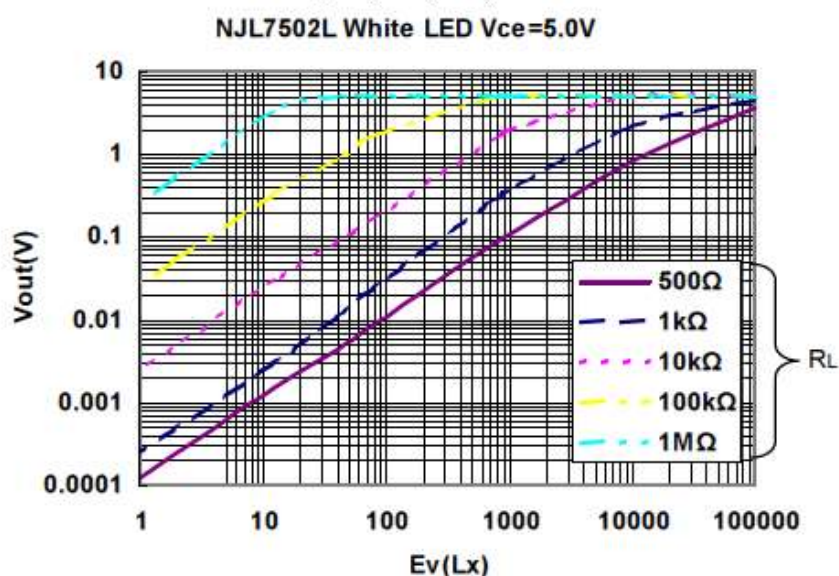
フォトランジスタ



(a)外観



アプリケーション回路例



(b) 明るさ (ルクス Lx) と $R_L(\Omega)$, $V_{out}(V)$ の関係

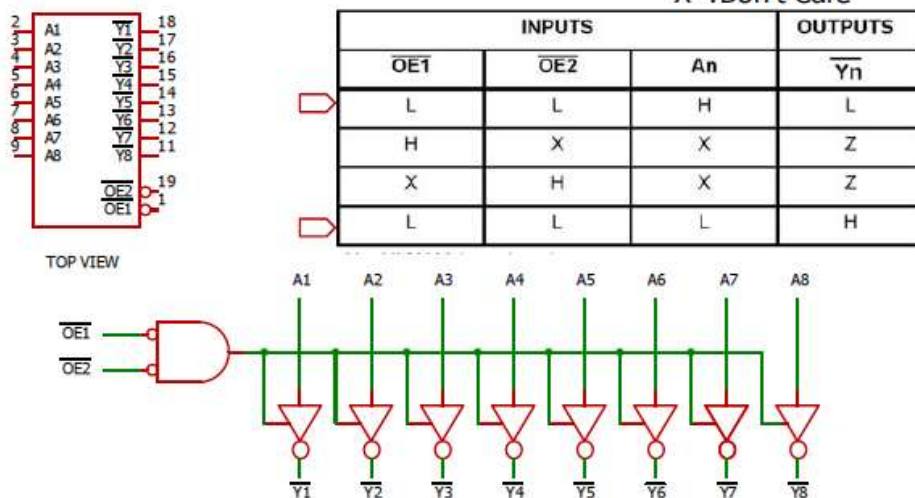
3 制御対象装置(図1-A)の主な部品・機器の仕様 (貸出品)

回路図 参照

IC1 8回路バスバッファ 74HC540

Z : ハイインピーダンス

X : Don't Care

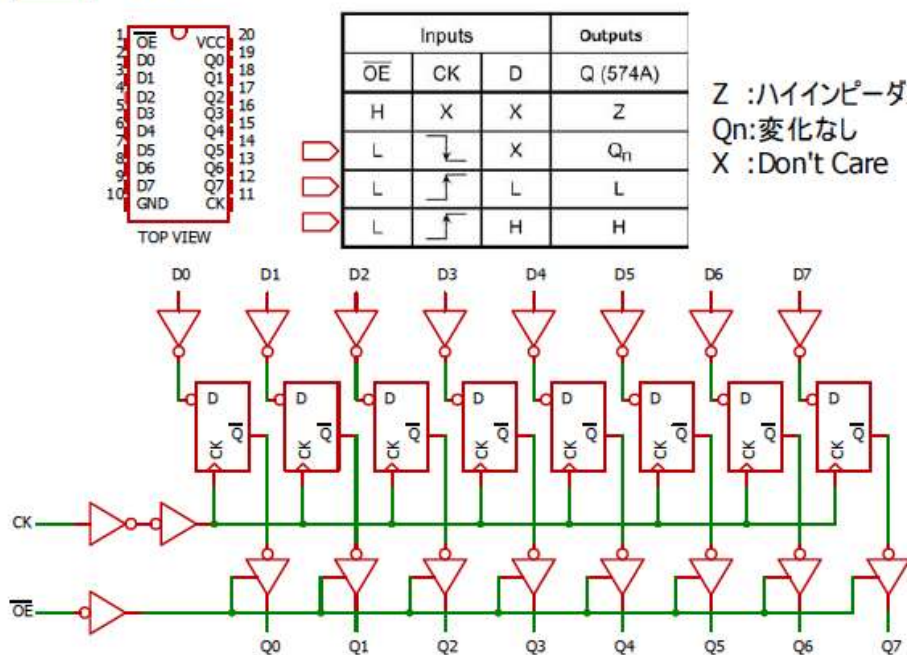


IC2 8回路 Dフリップフロップ 74HC574

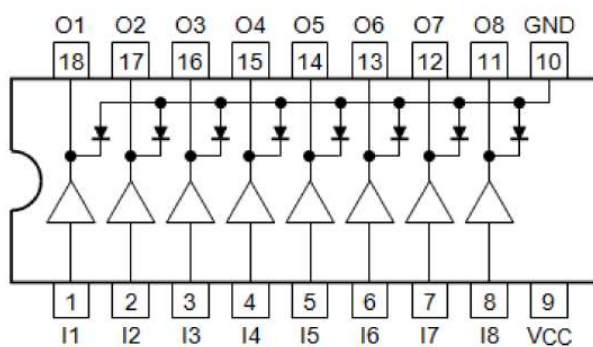
Z : ハイインピーダンス

Qn: 変化なし

X : Don't Care



IC3 8回路トランジスタアレイ TB62783



IC4

DCモータドライブIC BD6211



番号	端子名	機能
1	OUT1	出力端子
2	VCC	電源
3	VCC	電源
4	FIN	制御入力 (正)
5	RIN	制御入力 (逆)
6	VREF	VREF 可変電圧入力
7	OUT2	出力端子
8	GND	GND

	FIN	RIN	VREF	OUT1	OUT2	動作 (OPERATION)
a	L	L	X	Hi-Z*	Hi-Z*	スタンバイ (空転)
b	H	L	VCC	H	L	正転 (OUT1→OUT2)
c	L	H	VCC	L	H	逆転 (OUT2→OUT1)
d	H	H	X	L	L	ブレーキ (停止)

DCモータ (DCM)

FM-90



ギヤードDCモータ 外観と定格

- ・電源電圧 DC4.8～6V
- ・無負荷時回転速度 100RPM(4.8V)
130RPM(6V)
- ・最大トルク 1.3kg・cm(4.8V)
1.5kg・cm(6V)
- ・最大電流 700mA(4.8V)
800mA(6V)

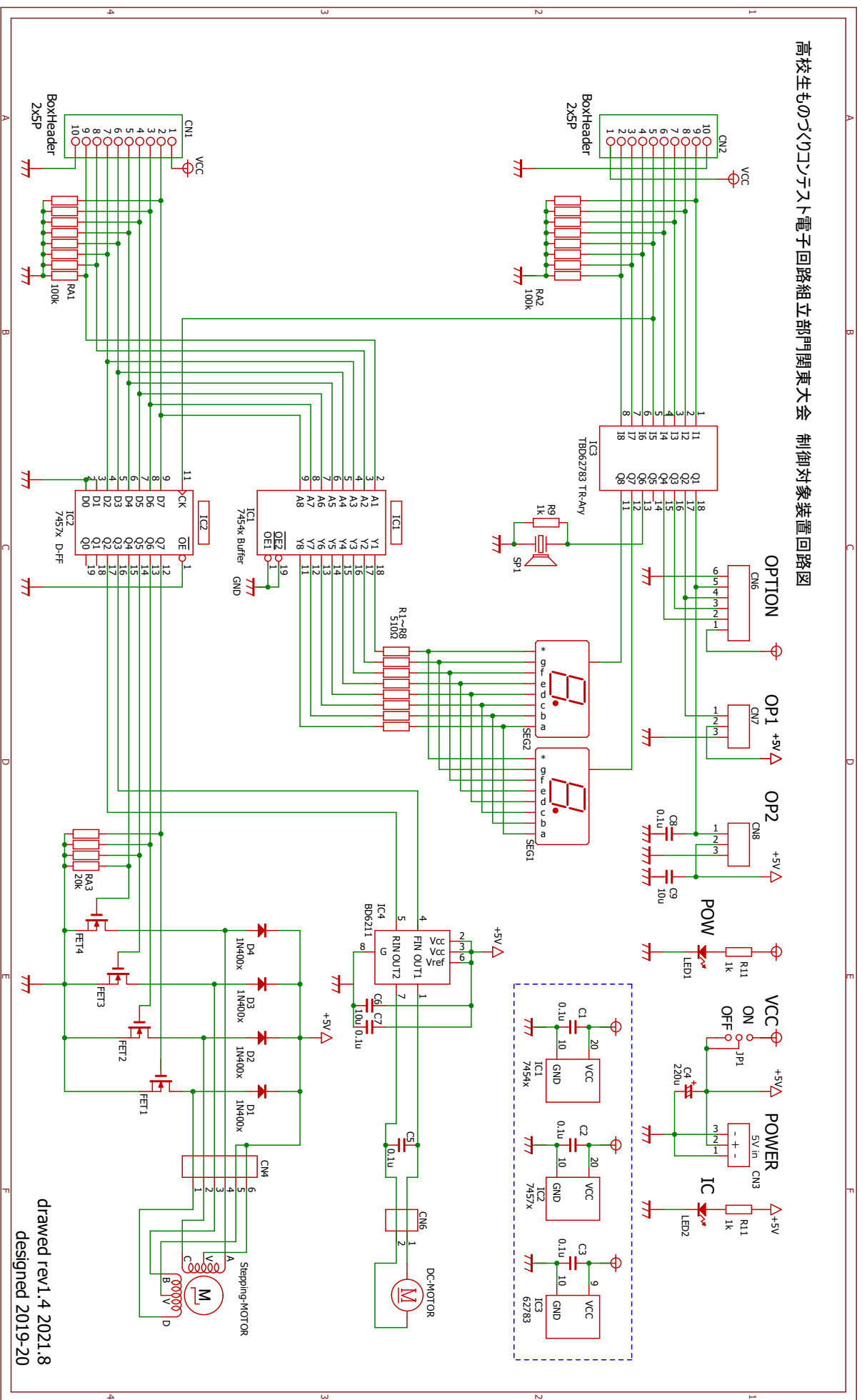
ステッピングモータ (STM)



ステッピングモータ 外観と定格

- SPG20-1332 コパル社製
- 平均消費電力 3W
- 基本ステップ角度 0.75 度
- 励磁方式 2相ユニポーラ
- ギヤ比 1/24
- コイル抵抗 68Ω

高校生ものづくりコンテスト電子回路組立部門関東大会 制御対象装置回路図



drawed rev1.4 2021.8
designed 2019-20

制御対象装置回路図

電子回路技術課題

1 入力回路(図1-B)の設計と作図

以下に示す仕様に基づき入力回路の回路を設計し、その回路図を方眼紙に作画して、提出する。

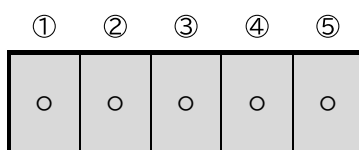
提出

<作図注意点>

- 番号、学校名、氏名など記入
- 定規やテンプレートを使用する
- 各図記号に、記号 SW1, SW2 などを記述する
- 5ピン端子には、ピンアサイン(各ピンの信号)を略記号で記述する
- 抵抗器には、図記号に抵抗値(定格値)を $R=○○○\Omega$ と記述する
- できるだけ濃い色で、太く書く(スキャナで読むため)

(1) I/F-1の各ピンよりデジタル信号(HIGHまたはLOWレベル)が出力される回路。

2.54mm ピッチ1列ストレートピンヘッダ5ピン



I/F-1 仕様 (top view)

①	②	③	④	⑤
GND	D0 出力	D1 出力	D2 出力	VCC 入力

VCC は供給電源(電圧 5V 最大電流数十 mA 程度)

(2) I/F-1 の②ピンから④ピンの構成仕様は以下とする。

ピン No	略記号	構成要素	要件
②	D0	SW1 押しボタンスイッチ(赤色)	ONの時は、HIGHレベル出力 OFFの時は、LOWレベル出力
③	D1	SW2 押しボタンスイッチ(黒色)	ONの時は、LOWレベル出力 OFFの時は、HIGHレベル出力
④	D2	SEN 照度センサ(*)	暗い時(夜)は、LOWレベル出力(**) 明るい時(昼)は、HIGHレベル出力

*照度センサは、通常の室内(昼間・電灯点灯下、**おおよそ数十から数百ルクス**)での使用を想定する。

**暗い時(夜)とは、センサにキャップをかぶせた状態、明るい時(昼)とは、通常の室内(電灯点灯下)の状態とする。(室外や太陽光下での使用は想定しない)

(3) 支給された部品を使用する

電子部品(カーボン抵抗器)は、各種支給(予備も含む)されているので、選択して使用する。

その他のビスやスペーサなどは、すべて使用する。

2 入力回路(図1-B)基板の製作

支給された部品を使用し、設計した入力回路を次のようなレイアウトで製作しなさい。

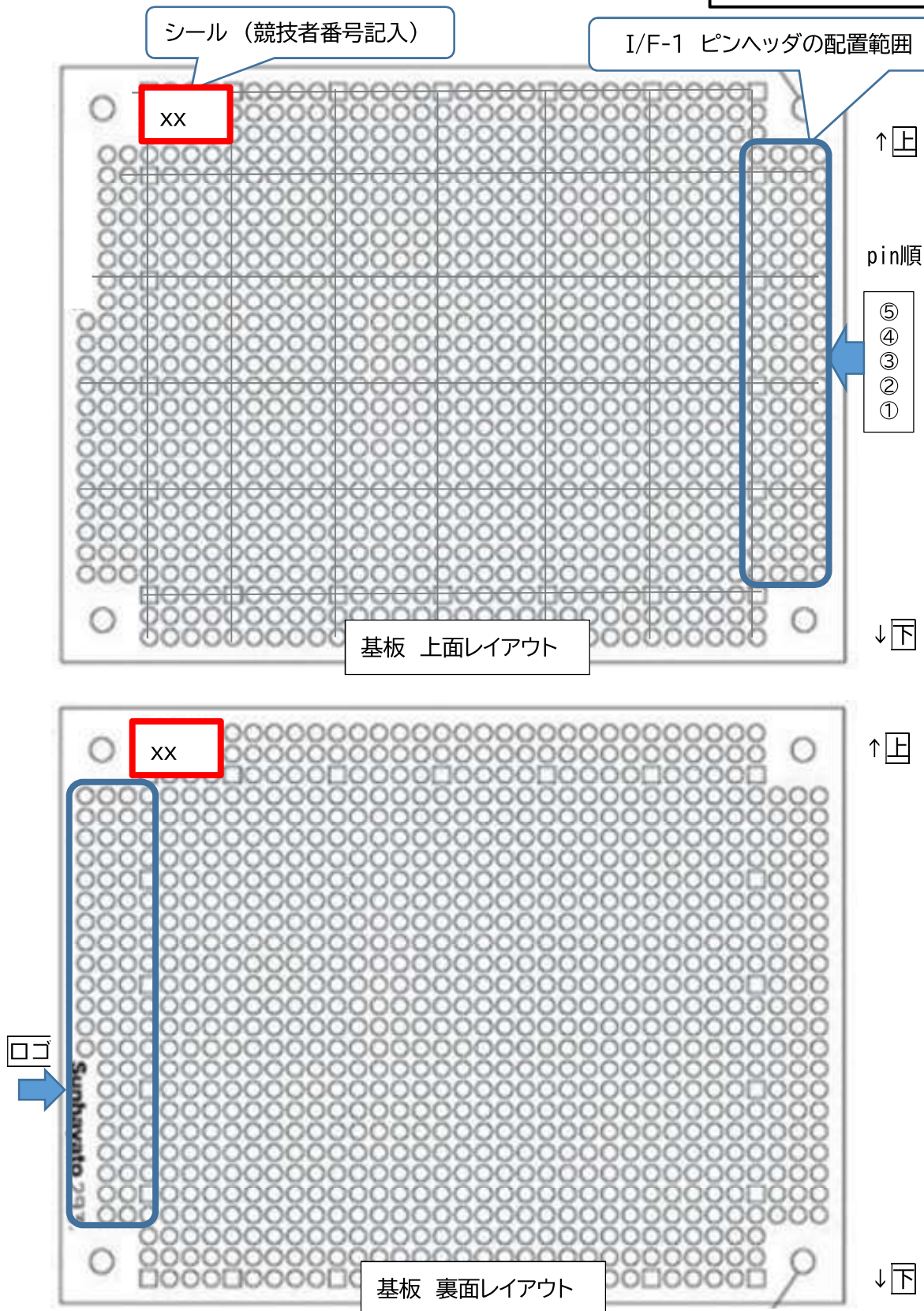
(1) 基板表面と裏面の左上にシール（半分にカット）をはり、競技者番号を記入する。

(2) I/F-1のピンヘッドは、右端・縦方向に配置する（下の図の範囲内の位置）

上から⑤ピン・・・①ピンの順にする

(3) 他の部品は、基板内の自由な位置にレイアウトする。

エアーキャップ袋へ入れて提



組込ソフトウェア技術課題

- プログラムは、順番どおりに作成しなくてもかまわない。
- 各プログラムの得点には、部分点がある。
- プログラムを作成するときは、課題ごとに、以下のようなフォルダを作り、その中に以下のようなファイル名を付けて作成する。
- 作成したプログラム及び標準以外のヘッダファイルは、すべて USB メモリに入れ、提出する。（袋には、番号と名前などを記入する）
- 次ページの【注意事項】をよく読み、指示や条件に従うこと。

例

○課題 1

フォルダ名	kadai1			
ファイル名		kadai1.c	kadai1.ino	kadai1.txt など

○課題 2

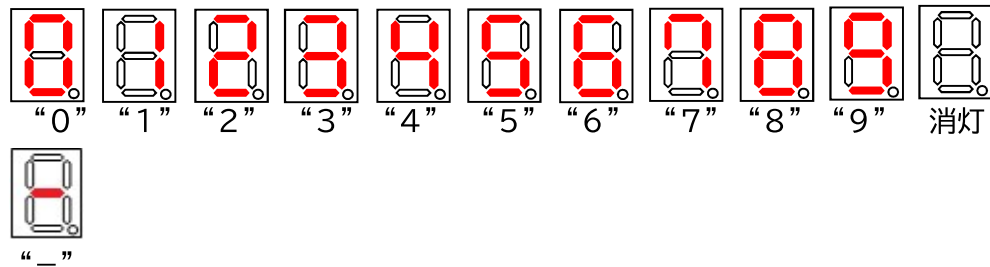
フォルダ名	kadai2			
ファイル名		kadai2.c	kadai2.ino	kadai2.txt など

.....

【注意事項】 以下に示すように、各課題を実行すること。

- (1) 7セグメントLED（以下7セグ）の表示は以下のようにする。その他、課題中に指示がある場合は、その指示に従うこと。

ア 表示状態(赤が点灯状態)

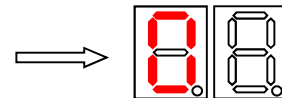


イ 左右の表示

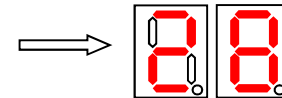
左右の指示がある場合には、指示された側に表示させること。指示がない場合には、2桁で表示させること。

例)

7セグ左側に「0」を表示

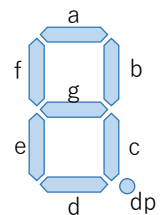


7セグに「2 8」を表示

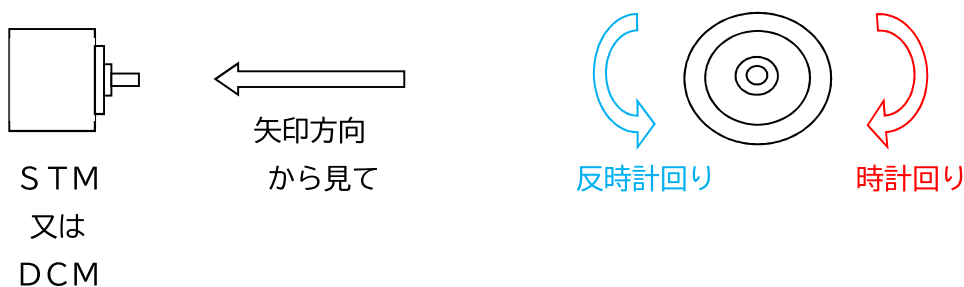


ウ 各セグメントの名称

7セグをセグメントごとに指定する場合は、右図のようにa～g及びdpで指示する。



- (2) ステッピングモータ（以下STM）及びDCモータ（以下DCM）の回転は、目視および触って確認できることとする。また、時計回りおよび反時計回りは以下のとおりとする。



- (3) スピーカについて

ア スピーカの出力については、審査員にも聞こえる可聴周波数で、はっきりとその高音・低音が聞き分けられる音を出力する。

イ 課題中における「スピーカが鳴る」とは、連続した音が続く事を言い、断続ではない。

ウ 「鳴る」指示以外に、時間の指定が特になければ、スピーカは鳴り続ける。

エ 課題中における「スピーカが“ピッ”と鳴る」とは、スピーカが短音で短く（0.1秒間程度）1度鳴ることを指す。同様に、「スピーカが“ピピッ”と鳴る」とは、スピーカが短音で短く（0.1秒間程度）2度鳴ることを指す。

(4) それぞれの課題において、タクトSW、照度センサを表す文中の表現は、以下のとおりとする。

ア タクトSW

(ア) 「ON」・・・タクトSWを押している状態

(イ) 「OFF」・・・タクトSWを離している状態

(ウ) 「ON」→「OFF」・・・タクトSWを1回押して、離した状態

イ 照度センサ

(ア) 「昼」・・・照度センサが光を受光している状態

(イ) 「夜」・・・照度センサが光を遮光されている状態

(5) それぞれの課題において、初期状態は以下のとおりとする。

ア タクトSW・・・・・・・・「OFF」

イ 照度センサ・・・・・・・・「昼」

ウ DCモータ・・・・・・・・「停止」

エ ステッピングモータ・「停止」

オ 7セグ・・・・・・・・「消灯」

カ スピーカ・・・・・・・・「無音」

ただし、課題に初期表示の指示がある場合には、それに従うこと。

(6) 各課題において、対象となっていない制御物は動作または表示させないこと。

プログラム課題1 七の段

○初期状態

7セグ左側「0」。

- (1) 7セグ左側に「0」($=7 \times 0$)を1秒間表示する。
- (2) 7セグ左側に「7」($=7 \times 1$)を1秒間表示する。
- (3) 以下同様に、7の倍数を10進数で、7セグ左側に1秒間ずつ表示する。ただし、表示するのは1の位の値のみとし、7セグに一度表示した値は、再度表示しないものとする。
- (4) 表示する値がなくなるまで、(3)を繰り返す。表示する値がなくなったときは、最後に表示されていた値を表示し続ける。

「0」	→	「7」	→	「4」	→	...
$7 \times 0 = 0$		$7 \times 1 = 7$		$7 \times 2 = 14$		

プログラム課題2 「4たす4は?」「はち!」

○初期状態

7セグ「02」、スピーカ「無音」。

- (1) $n=1$ として、 2^n ($n=1 \sim 100$)の下位2桁(10の位と1の位)を7セグに10進数で表示する。10の位がないときは、7セグ左側には0を表示する。(n)は課題説明上の変数名であり、作成するプログラム上で変数名を n とする必要はない。以下同様)
- (2) n が10の倍数の時、「ピッ」と短く鳴って1秒間停止する。 n が10の倍数でないときは、無音のまま0.2秒間停止する。
- (3) n を1つ増やし、 n が100になるまで、(1)から繰り返す。 n が100になったら、7セグの表示(2^{100} の下2桁)をそのままにして終了する。

プログラム課題3 信号

交差点の信号機（図1）をシミュレートする。

○初期状態

7セグ左f（【注意事項】（1）ウ 参照）、右cのみ点灯。7セグを図2のように見立てる。

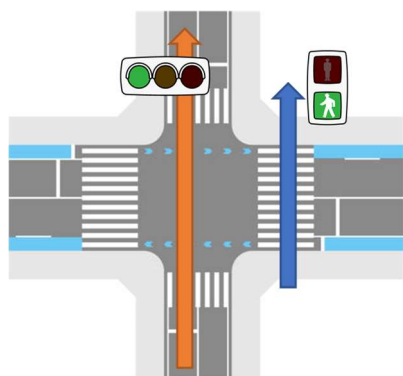


図1 交差点の例

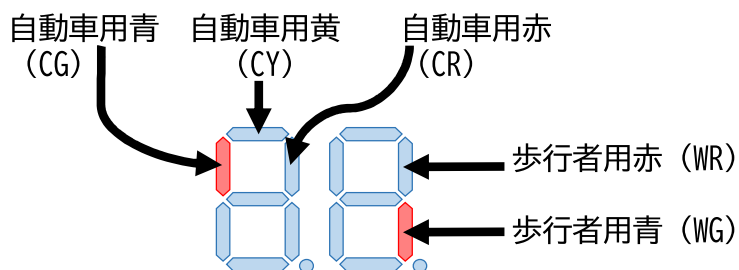


図2 信号の初期状態

（図1の状態、自動車用青、歩行者用青）

- （1） 自動車用青、黄、赤信号を、それぞれ、CG、CY、CRとし、歩行者用赤、青信号を WR、WG とする。
初期状態として、CG 及び WG が点灯し、他は消灯している（図1）。
- （2） 3秒後、WG が2秒間点滅する（点滅する速度・回数は任意でよいが、審査員が点灯・消灯を判別できるようにすること）。
- （3） WG が消灯、WR が点灯し、1秒後に、CG が消灯、CY が点灯する。
- （4） さらに1秒後に、CY が消灯し、CR が点灯する。
- （5） 3秒後に、初期状態（CG 及び WG のみ点灯）に戻り、（2）からの動作を繰り返す。

自動車用 信号	青	3秒後	→	2秒後	→	1秒後	黄	1秒後	赤	3秒後	青	初期状態に戻る
歩行者用 信号	青		青点滅		赤		→		→		青	

図3 各信号の状態遷移

プログラム課題4 2人ピンポン

タクトSWを2つ利用して、2人で遊ぶピンポンゲームを作成する。球のスピードは徐々に速くなっていくので、タイミングよく球を打って勝利しよう。

○初期状態

7セグ消灯、タクトSW赤「OFF」、タクトSW黒「OFF」、スピーカ「無音」。

ピンポン球の速度（表示の待ち時間）として、初期値 $t = 1,000$ [ミリ秒] とする（時間は厳密な値ではなくてよいが、下記（4）（ア）のように徐々に速くなっていることが分かるようにすること）。また、ピンポン球の位置として、7セグに①～⑥の番号を割り当てる（図4）。

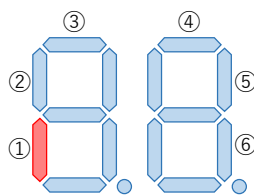


図4 ピンポン球の位置（サーブ直後の位置①）

なお、サーブは左側の人（タクトSW赤）が①から行うこととし、ゲーム中、ピンポン球は上記①～⑥のいずれか1つのみが点灯することとする。レシーブは、①または⑥の位置にピンポン玉が来た時とする。問題の簡単化のため、②～⑤の位置でレシーブされた場合は考慮しない。

- （1） タクトSW赤を「ON」→「OFF」とするとサーブしたものとする。「ピッ」と音が短く鳴って（音程、音長は任意とする）、7セグ左e（【注意事項】（1）ウ 参照）、すなわち①が点灯する（図4）。
- （2） 約 t [ミリ秒] 後、①が消灯し、「ピッ」と音が短く鳴って②が点灯する。同様に、③、④、⑤、⑥の順に音を短く鳴らしながら約 t [ミリ秒] ずつ点灯、消灯しながら移動する。
- （3） ⑥が点灯しているとき、
 - （ア） タクトSW黒を「ON」とするとレシーブしたものとする。⑥が消灯し、「ピッ」と音が短く鳴って⑤が点灯する。さらに、⑤から①の順に、「ピッ」と音が短く鳴りながら、約 t [ミリ秒] ずつ点灯、消灯を繰り返して移動する。
 - （イ） 待ち時間 t [ミリ秒] 以内にタクトSW黒が「ON」とならなかった場合、「レシーブ失敗」の負けとし、（5）を実行する。
- （4） ①が点灯しているとき、
 - （ア） タクトSW赤を「ON」とするとレシーブしたものとする。 t を約100減らして（約0.1秒程度速くなる）、（2）から繰り返す。
 - （イ） 待ち時間 t [ミリ秒] 以内にタクトSW赤が「ON」とならなかった場合、「レシーブ失敗」の負けとし、（5）を実行する。
- （5） （3）または（4）の（イ）により勝敗が決まったら、スピーカが（1）より低い音で「ブー」と1秒程度鳴り、勝った方の7セグ（右側または左側）の表示が「8」となる。

プログラム課題5 電気自動車の疑似音

電気自動車は、低速走行時には、ほとんど音がしない。そのため、歩行者は電気自動車が近づいてきたことを認識できず、事故が発生する可能性がある。これを避けるため、ここでは、電気自動車が低速で走行しているときは、内蔵しているスピーカから疑似音を発生して、歩行者に存在を知らせるようにする。

○初期状態

タクトSW赤「OFF」、照度センサ「夜」、STM「停止」、スピーカ「無音」。

- (1) 照度センサが「夜」の時は、STMが停止し、スピーカは無音とする。タクトSW赤が「ON」になっても反応しない。
- (2) 照度センサが「昼」となると、スピーカが「ピッ」と短く鳴り（音の高さについては任意とする）、以下のようにSTMが回転し始める。
 - (ア) タクトSW赤が「OFF」のとき、STMが低速で回転する。
 - (イ) タクトSW赤が「ON」のとき、STMが（ア）より高速で回転する。
- (3) STMが低速で回転している間は、スピーカが（2）より低い音で「ブー」と鳴り続ける。STMが高速で回転している間は、スピーカは無音とする。
- (4) （1）から繰り返し動作する。

プログラム課題6 駆け足

2つのタクトSWが交互に押された回数をカウントすると同時に、STMを回転させる。

○初期状態

7セグ「00」、タクトSW赤・黒「OFF」、STM「停止」、スピーカ「無音」。

- (1) カウンタcの値を0とし、カウンタcの値は常に7セグに10進数2桁で表示する。
- (2) タクトSW赤が「ON」になると、次の動作を行う。
 - (ア) スピーカが「ピッ」と短く鳴る。
 - (イ) cの値が1つ増える。
 - (ウ) STMが約9° 時計回りに回転する。STMの回転中は、入力を受け付けなくてもよい。
- (3) (2) に続いて、タクトSW赤が「OFF」になり、タクトSW黒が「ON」になると、次の動作を行う。
 - (ア) スピーカが(2)(ア)より低い音で「ブッ」と短く鳴る。
 - (イ) cの値が1つ増える。
 - (ウ) STMが約9° 時計回りに回転する。STMの回転中は、入力を受け付けなくてもよい。
- (4) タクトSW黒が「OFF」になると、(2)に戻る（すなわち、赤と黒が同時に「ON」となっている間はカウントせず、さらに、赤または黒を連続で「ON」としてもカウントしない）。
- (5) (2)～(4)を10秒間続け、その間に赤と黒が交互に押された回数をカウントする。なお、cが99を超えた場合の動作は想定しなくてよい（どのような動作でもよい）。
- (6) 10秒経過したら、スピーカが任意の音の高さで「ピー」と約1秒間鳴る。cの更新を停止し、7セグはその時の値を表示したままとし、一切の入力を受け付けない。スピーカは無音とし、STMは、停止中であれば停止状態を続け、回転中であればその回転動作が完了した時点で停止する。

※ プレ審査では、複数回の再起動（再スタート）をする可能性があります。

プログラム課題7 電子レンジ

少し古めの電子レンジの温め動作をシミュレートする。温められるものは、ターンテーブルで回転する。

○初期状態

7セグ消灯、スピーカ「無音」、DCM「停止」、タクトSW赤「OFF」、照度センサ「夜」。

- (1) タクトSW赤（スタートボタン）が「ON」→「OFF」となると、動作の開始とする。
 - (ア) スピーカが短く「ピッ」と鳴る（音の高さは任意とする。以下同様）。
 - (イ) 残り秒数として7セグに「15」を表示する。
 - (ウ) 任意の速度・方向でDCMが回転を始める。停止の指定があるまで、DCMは一定の速度で回り続けること。
- (2) 1秒に1つずつカウントダウンする。残りの秒数は、以下のように7セグに表示する。
 - (ア) 残りの秒数が10秒以上の場合は、7セグに2桁で表示する。
 - (イ) 9秒以下になったときは、7セグ2桁を広く使用した「ワイド表示」（下図参照）にして、残り秒数を表示する。
 - (ウ) 残り秒数が3秒以下となったときは、ワイド表示するとともに、1秒ごとにスピーカから「ピッ」と音がする。
- (3) 残り秒数が0秒となったら、「温め終了」として、次の動作を行う。
 - (ア) 0を7セグにワイド表示する。
 - (イ) スピーカから「ピー」と約3秒間音を鳴らす。
 - (ウ) DCMを停止する。
 - (エ) 7セグに0のワイド表示をした状態を維持する（プログラムを終了する）。以降の一切の入力は受け付けない。
- (4) 上記（1）で動作が開始した後、（1）～（3）のどの状態でも照度センサが「昼」になったら「扉が開いた」として緊急停止とする。
 - (ア) 7セグに「ー」を表示する。
 - (イ) DCMを停止し、（1）から繰り返す。

【7セグのワイド表示】

