

令和4年7月28日

第17回 若年者ものづくり競技大会

「電子回路組立て」職種

競技仕様書(2)

当日配布

競技者番号： _____ 競技者氏名： _____

3 制御プログラムの製作

3. 2 制御プログラムの動作仕様

(2) 動作モードの仕様

制御ボードの電源スイッチを入れる，またはリセットスイッチを押すと，動作モードが起動する．動作モードでは，押しボタンスイッチ（SW1）のプッシュ操作によって，以下に示す処理 1 ～ 5 の各動作モードを切り替える．

なお，表 1 に示す各種基板の設定は変更しないこと．

また，制御ボードに搭載している PIC マイコンのポートと，TWELITE ボードを介して接続するスティックコントローラ II（以下，「コントローラ」と記す）上の主要機能との関係を表 2 に示す．

表 1 動作モードにおける各種基板の設定

基板	機能と部品番号	設定
組立て基板	3 軸加速度センサ モジュール（SEN1）	取り付けない
TWELITE ボード	電源部ジャンパー スイッチ（JP1）	2-3（右側）にジャンパー ソケット（JS1）を挿入
	送受信部ジャンパー スイッチ（JP2・JP3）	短絡
	無線通信用モジュール TWELITE DIP（IC3）	シリアル通信設定済

表 2 PIC マイコンのポートとコントローラの関係

ポート	機能と部品番号	
RC5	赤色タクトスイッチ（SWA）	
RC4	緑色タクトスイッチ（SWB）	
RC3	アナログジョイスティック（JSVR）のタクトスイッチ	
	スライドスイッチ（SW3）	
	左側	右側
RA1	SEN1 の X 軸方向	JSVR の左右方向
RA2	SEN1 の Y 軸方向	JSVR の上下方向
RA3	SEN1 の Z 軸方向	

処理の初期画面	◆モード変更
---------	--------

- グラフィック LCD モジュール（GLCD1）の初期画面は、図 1 のように表示する。

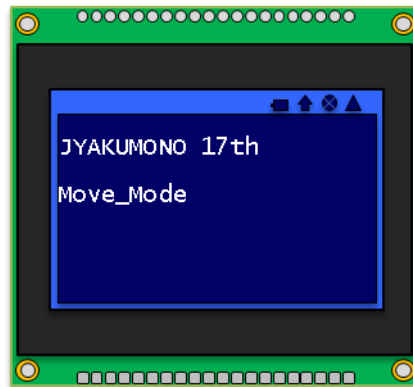


図 1 GLCD1 の表示

- 初期画面を約 1 秒間表示した後に、次の処理 1 に遷移する（初期画面表示中は遷移しない）。
- それぞれの処理（動作モード）において、SW1 のプッシュ操作を行うと、次の処理に遷移する。処理 5 の次は、処理 1 に戻る（ループの処理）。
- 各処理で使用しないものは、次のとおりに設定する。
 - ・ フルカラー10 バーLED（LED1） 消灯
 - ・ ロータリーエンコーダ（SW3）ツマミ部の LED ... 消灯
 - ・ GLCD1 画面右上のアイコン 消灯
 - ・ ブザー（BZ1） 消音

組立て基板上のトグルスイッチ (SW2) とコントローラ上の赤色タクトスイッチ (SWA), 緑色タクトスイッチ (SWB), 以上 3 つのスイッチの操作によりグラフィック LCD モジュール (GLCD1) に表示する文字列が移動する。

- 本モードに切り替わったとき, GLCD1 は図 2 のように, モード名を画面上側, 「CARP」という文字列を画面左上の位置に表示する。なお, 図 2 の初期表示は, SW の状態に関係ないものとする。

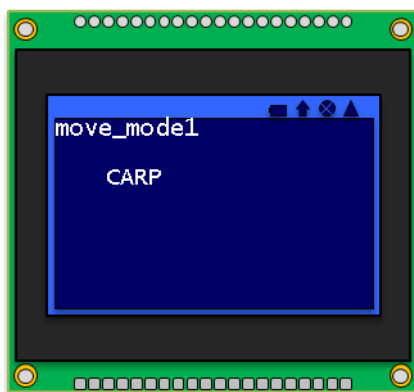


図 2 GLCD1 の表示

- コントローラの SWA, もしくは SWB のプッシュ操作, または SW2 の状態操作により, 図 3 に示すように「CARP」の文字列が, 左上 (緑) ブロック, 右上 (橙) ブロック, 左下 (黄) ブロック, 右下 (桃) ブロックの 4 ブロックに移動する。

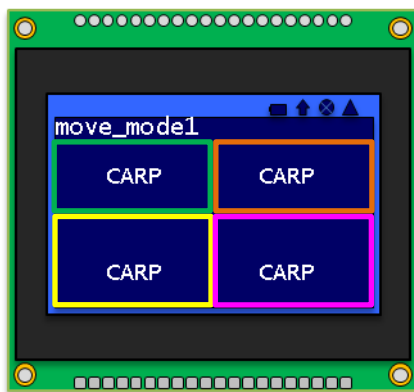


図 3 移動ブロック

- SWA のプッシュ操作により, 文字列が右のブロックへ, SWB のプッシュ操作で, 文字列が左のブロックへ移動する。
- SW2 の操作により, 文字列が上下のブロックに移動する。
- 文字列の移動は, スwitchの操作 1 回につき 1 度の移動とする。
- SWA と SWB の同時押し, あるいは, SWA もしくは SWB をプッシュしている間のトグルスイッチの操作における文字列の移動については, 不問とする。
- 機器の操作に伴う GLCD1 の表示の変化は, 著しい遅れ, ちらつきがないようにする。

- スイッチ操作による文字列の移動例を図4に示す。

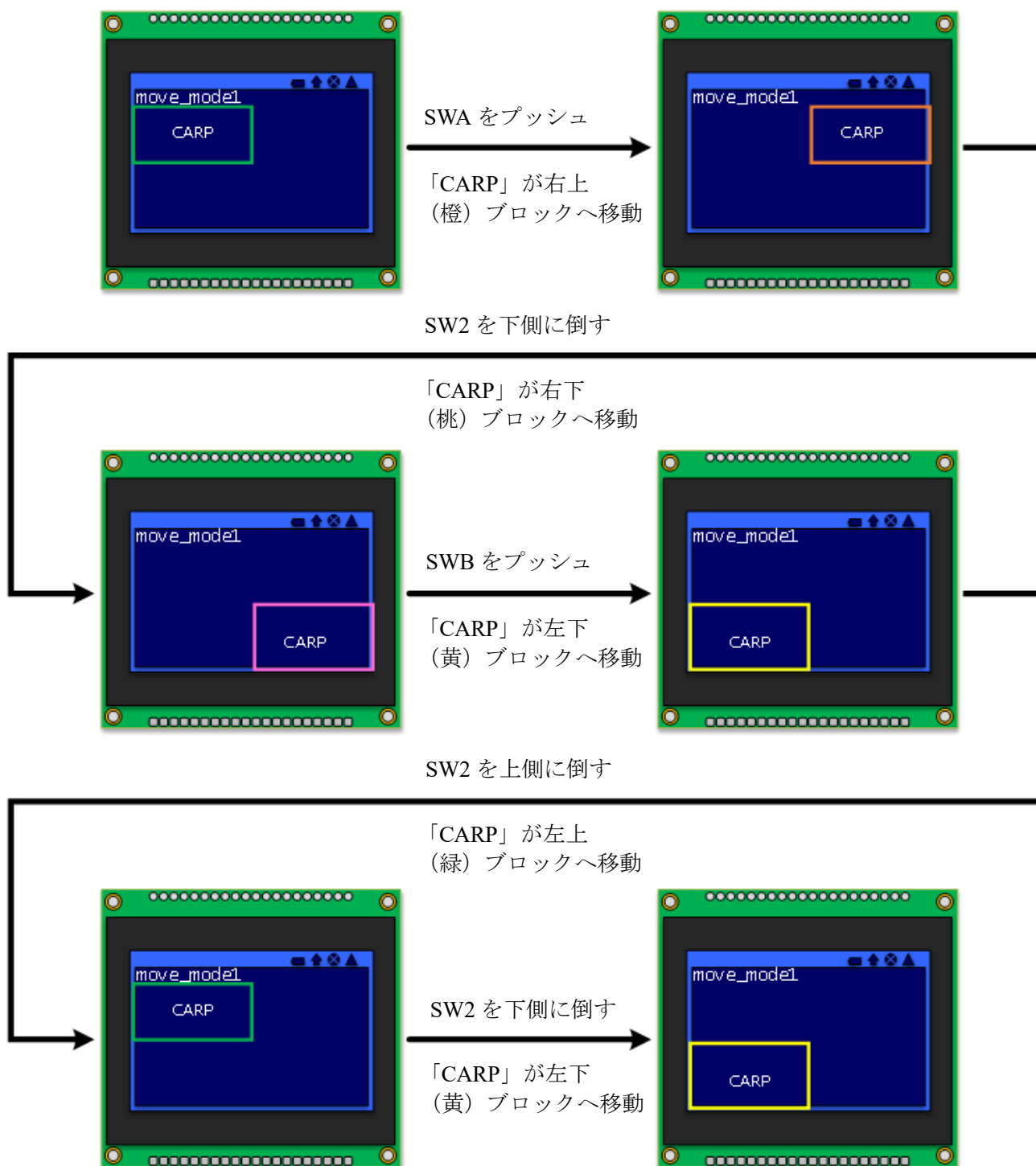


図4 スイッチ操作による文字列の移動例

- 文字列の表示位置は、各ブロックのエリア内に収まっていれば良いものとする。各ブロックの座標範囲を図5に示す。

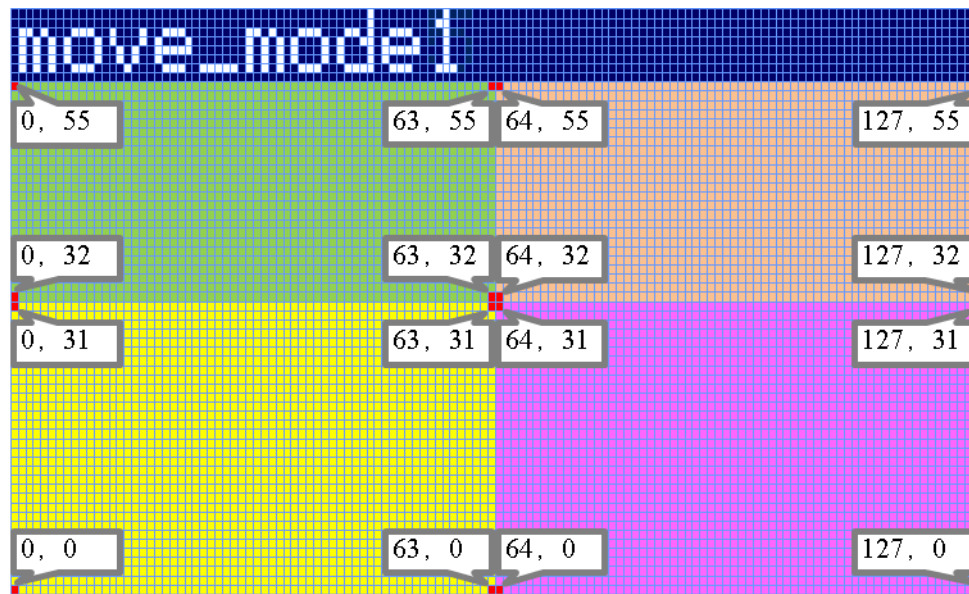


図5 各ブロックの座標範囲

本モードは、組立て基板上のトグルスイッチ（SW2）とロータリーエンコーダ（SW3）、ならびにコントロール上の赤色タクトスイッチ（SWA）と緑色タクトスイッチ（SWB）の4つのスイッチの状態を、「制御ボード」に接続した「TWELITE ボード」を介してパソコンに送信し、パソコン内の専用アプリにてそれぞれのスイッチの状態を表示する。

注意) 本モードに入る前に「MONOSTICK」をパソコンのUSBポートに接続し（接続済）、専用アプリ「Youth_17th.exe」を起動すること。

アプリ左下の表示が「キー入力受付中」の状態で作動確認を行うこと。

アプリの表示が「キー入力停止中」の場合、アプリの画面をクリックして「キー入力受付中」の状態にすること。

- 本モードに切り替わったとき、グラフィック LCD モジュール（GLCD1）は図6のようにモード名を画面上側に表示し、専用アプリは図7のように表示する。なお図7は、SW2 が下側、SW3 と SWA ならびに SWB が無操作状態のときの表示である。

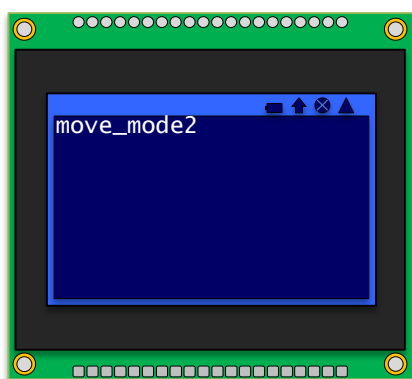


図6 GLCD1 の表示



図7 アプリ表示

- SW3 のツマミ部の LED は常に点灯している。
- スイッチを操作すると、その状態を記したスイッチ状態データを TWELITE ボードを介して、RC6 ポートより USART 通信で送信する。
- スイッチ状態データの送信フォーマットを表3に示す。

表3 スイッチ状態データの送信フォーマット

バイト数		1	2	3	4
SW 状態データの説明		ヘッダ (値固定)	スイッチの 種類	スイッチ の状態	デリミタ (値固定)
データの 内容	ASCII 表記	S	SW2 : T SW3 : R SWA : A SWB : B	ON : 1 OFF : 0	E
	16 進数 表記	53	SW2 : 54 SW3 : 52 SWA : 41 SWB : 42	ON : 31 OFF : 30	45

- スイッチ状態データは4バイト構成としている。1バイト目に送信ヘッダ、2バイト目にスイッチの種類、3バイト目にスイッチの状態、4バイト目がデリミタである。
- 4つのスイッチのいずれかの操作があるたびに、送信処理を行う。
- パソコンでは、データを受信するたびに、アプリに表示されるスイッチの状態が変化する。
- データ送信間隔は、200ms より短くしない。

- スイッチ操作とアプリ表示 ON/OFF の対応を表 4 に示す。また全スイッチが ON のときの、アプリの表示を図 8 に示す。

表 4 スイッチ操作とアプリ表示 ON/OFF の対応

部品番号	スイッチのアプリ表示名称	表示“OFF”に対応した操作	表示“ON”に対応した操作	表示“ON”に対応したアプリの表示
SW2	トグル SW	下側（基板の端側）	上側（GLCD 側）	
SW3	ロータリ SW	無操作状態	押した状態	
SWA	A ボタン			
SWB	B ボタン			



図 8 全スイッチが ON のアプリの表示

- 送信フォーマットに従いデータを送信しても、アプリに表示されるスイッチの状態が変化しない場合がある。スイッチの状態が更新されない場合は、何回かスイッチ操作を行いアプリの状態が変化するのを確認する。
- 動作を安定させる為、スイッチ操作の間隔は、約 1 秒以上空けて操作を行う。
- 機器の操作に伴うアプリのスイッチ状態の変化は、著しい遅れがないようにする。

ハードチェックモードの処理 1「フルカラー10 バーLED チェックモード」，ならびに処理 4「ブザーチェックモード」の動作を元に，3 秒間の時間を計測する．時間の計測は，トグルスイッチ（SW2）の操作により開始し，計測状態をフルカラー10 バーLED（LED1）に表示する．計測後ブザー（BZ1）を鳴らす．

注意） 本処理では，ジャンパースイッチ（JP1）の 2-3（下側）にジャンパーソケット（JS1）を挿入すること．

- 本モードに切り替わったとき，グラフィック LCD モジュール（GLCD1）は図 9 のように，モード名を画面上側に表示する．また，LED1 は SW2 の状態に関係なく図 10 のように，すべて赤色に点灯する．

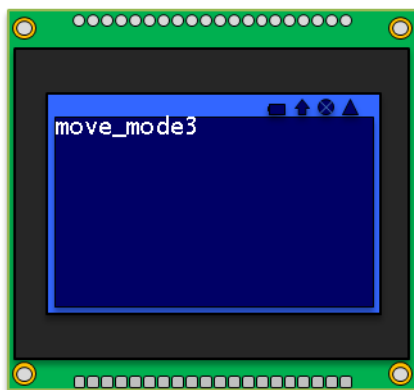


図 9 GLCD1 の表示



図 10 LED1 の初期点灯状態

- 本モードに切り替えたときに，SW2 が上側であった場合は，下側にすること．
- SW2 を上側に倒すと時間の計測を開始し，LED1 の点灯状態が約 0.1 秒ごとに変化する．詳細を表 5 に示す．

表5 時間計測中ならびにその前後の LED1 点灯状態

LED1 の 点灯状態				...				
およその 経過時間	0 秒	0.1 秒	0.2 秒	...	0.7 秒	0.8 秒	0.9 秒	1.0 秒
状態	計測 開始	計測中						
LED1 の 点灯状態			...					
およその 経過時間	1.1 秒	1.2 秒	...	1.7 秒	1.8 秒	1.9 秒	2.0 秒	2.1 秒
状態	計測中							
LED1 の 点灯状態		
およその 経過時間	2.2 秒	...	2.7 秒	2.8 秒	2.9 秒	3.0 秒	...	3.0 秒 以降
状態	計測中					計測 停止		

- 計測開始約 3 秒が経過して LED1 が全消灯すると BZ1 が約 1 秒程度鳴り，計測終了を知らせる．
- 上側に倒れている SW2 を下側に倒すと，計測状態に関わらず，計測開始可能な状態に戻る．すなわち，LED1 は図 10 のように初期点灯状態となり，BZ1 は消音する．
- 機器の操作に伴う LED1 点灯状態や BZ1 出力の変化は，著しい遅れがないようにする．

ハードチェックモードの処理 1「フルカラー10 バーLED チェックモード」および処理 4「ブザーチェックモード」の動作を元に、キーボードのキー入力により、パソコンから無線通信で送信されるデータを「制御ボード」に接続した「TWELITE ボード」を介して受信し、その内容に応じて、フルカラー10 バーLED (LED1) の点灯制御、およびブザー (BZ1) を鳴らし、鍵盤による演奏を模した動作をする。

注意) 本モードに入る前に「MONOSTICK」をパソコンの USB ポートに接続し (接続済)、専用アプリ「Youth_17th.exe」を起動すること。

アプリ左下の表示が「キー入力受付中」の状態で作動確認を行うこと。

アプリの表示が「キー入力停止中」の場合、アプリの画面をクリックして「キー入力受付中」の状態にすること。

- 本モードに切り替わったとき、GLCD1 は図 1 1 のようにモード名のみを表示する。また、LED1 は消灯している。

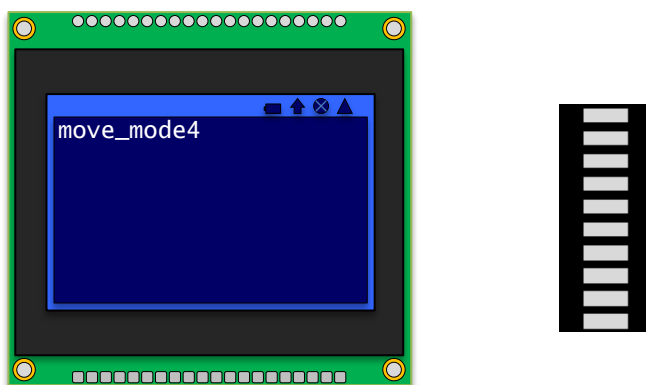


図 1 1 GLCD1 の表示と LED1 の状態

- 演奏データは、キーボードのキーを押したとき、TWELITE ボードを介して、RC7 ポートより USART 通信で受信する。演奏に有効なキーの範囲を図 1 2 の赤枠に示す。

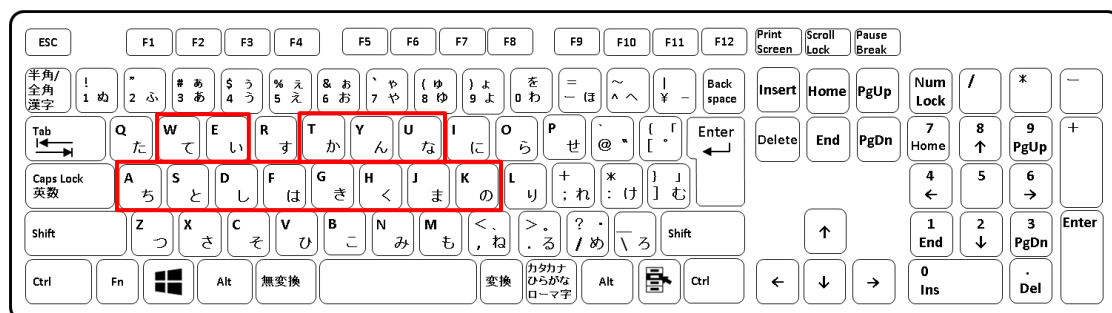


図 1 2 キーボード有効キー範囲

- 演奏データの受信フォーマットを表 6 に示す。














表 6 受信フォーマット

バイト数		1	2
データの説明		有効キー ASCII	デリミタ (値固定)
データの 内容	ASCII 表記	※	[NULL]
	16 進数 表記	※	00

※：有効キーの入力によって変化

- 受信したデータの1バイト目の有効キーデータにより、BZ1 から音階を鳴らす。本モードで鳴らす音階は、低い「ド」から高い「ド」、「#ド」から「#ラ」の13音である。
また、音階に併せてLED1の点灯位置と点灯色を制御する。表7に詳細を示す。
有効キーが押されていない場合、BZ1は消音、LED1は消灯する。
- パソコンからのデータ送信は、有効キーが押されている間送信される。データの送信間隔は、200ms間隔で行われているため、有効キーデータの受信がある間、対応する音階を鳴らし、LED1を点灯する。
- 有効キーから手を離しても200ms程度BZ1、LED1が動作する。
- 有効キーが押されていない場合、パソコンからのデータ送信は行われない。

表7 有効キーによるBZ1、LED1の動作一覧

ASCII 表記	a	s	d	f	g	h	j	k
16進数 表記	61	73	64	66	67	68	6A	6B
音の高さ	低い ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	高い ド
LED1 点灯色と 点灯位置								
ASCII 表記	w	e		t	y	u		
16進数 表記	77	65		74	79	75		
音の高さ	#ド	#レ		#ファ	#ソ	#ラ		
LED1 点灯色と 点灯位置								

- 音階を生成する際は、PICマイコンのPWMモジュールを使用し、PWM波形の周期を制御する。PWMモジュールの制御コード例の一部を図13に示す。

```

/* 配列 musical_scale の要素を指定する列挙体 scale */
enum scale { DO, DOs, RE, REs, MI, FA, FAs, SO, SOs, RA, RAs, SI, DO_ };

/*音階の元となる周期データを格納した配列 musical_scale */
unsigned char musical_scale[13] = {
    0xFF, 0xF1, 0xE3, 0xD7, 0xCA, 0xBF, 0xB4, 0xAA, 0xA1, 0x98, 0x8F, 0x87, 0x80 };

/* RC2 ポートに低い「ド」の周波数 2.45kHz を出力 */
OpenPWM1(musical_scale[DO]);

/* RC2 ポートの周波数出力を停止 */
ClosePWM1();

```

図13 PWM制御コード使用例

- 配列 musical_scale の要素中のデータは、1 ビット当たり $1.6\mu\text{sec}$ の時間長を有している。詳細は、表 8 を参照のこと。

表 8 配列 musical_scale の要素中のデータと、周期および音の高さ

音の高さ	低い ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	高い ド
配列 musical_scale に 格納されている データ [10 進数]	255	227	202	191	170	152	135	128
周期 [μsec]	408	363	323	306	272	243	216	205
周波数 [kHz]	2.45	2.75	3.09	3.27	3.68	4.11	4.63	4.88
音の高さ	#ド	#レ		#ファ	#ソ	#ラ		
配列 musical_scale に 格納されている データ [10 進数]	241	215		180	161	143		
周期 [μsec]	386	344		288	258	229		
周波数 [kHz]	2.59	2.90		3.47	3.88	4.37		

- PWM 波形の+5V パルス幅は $102.4\mu\text{sec}$ で固定されており、その制御プログラムは作成済みであるため、改変しないこと。
- 有効キーを押した状態を保持しても、パソコンからデータ送信が途切れることがあり、それに伴い BZ1, LED1 の動作が途切れてしまう動作については、不問とする。
- 機器の操作に伴う BZ1, LED1 の出力の変化は、著しい遅れがないようにする。

ハードチェックモードの処理2「ロータリーエンコーダチェックモード」ならびに処理3「A/D変換チェックモード」の動作を元に、カーソル位置にある文字の向きをロータリーエンコーダ（SW3）の操作によって回転させる。

注意） 本処理では、コントローラ上の加速度センサー（SEN1）とアナログジョイスティック（JSVR）両方を使用する。以下に操作によるスライドスイッチ（SW3）の向きを示す。

SW3の向き

右側（ジョイスティック側）…カーソルの移動

左側（加速度センサー側）…GLCD1の状態リセット

- 本モードに切り替わったとき、GLCD1は図14のように、モード名を画面上側、「KAKI」という文字を画面中央に表示する。カーソルは、「KAKI」の一文字目の「K」の下に表示する。カーソル周辺を拡大したようすを図15に示す。

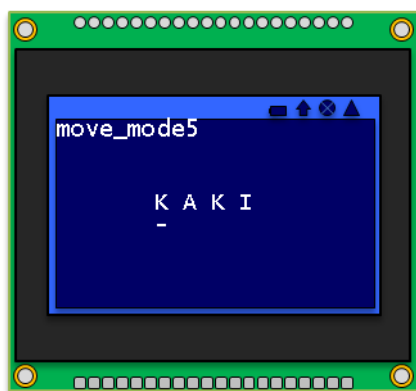


図14 GLCD1の表示

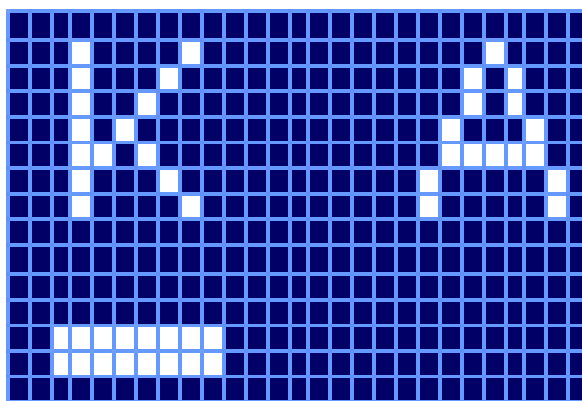


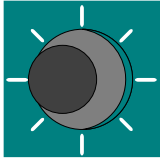
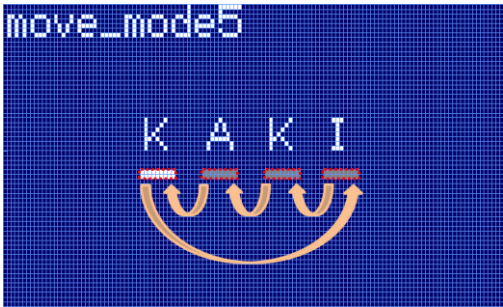
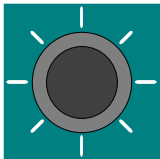

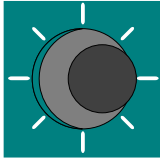

図15 カーソル周辺を拡大したようす

- SW3のツマミ部のLEDは常に点灯している。
- 配付したプログラムには、「KAKI」の文字と全てのカーソルがあらかじめ表示されている。設計には、その表示座標を用いること。

〈カーソル移動〉

- コントローラのJSVRによって、GLCD1に描画したカーソル位置が移動する。JSVRの傾き量とカーソルの移動の様子を表9に示す。
- コントローラのSW3をジョイスティック側に設定し、コントローラのJSVRを左右に（X軸方向に）傾けると、カーソルが移動する。
- カーソルは、「KAKI」の4文字の下部を移動する。「I」の位置でJSVRを右側に傾けると、一文字目の「K」の位置に移動する。同様に、一文字目の「K」の位置でJSVRを左側に傾けると、「I」の位置に移動する。
- JSVRを傾けた状態を保持すると、カーソルが移動し続ける。その際の移動間隔は0.5Sec程度とする。

表 9 JSVR によるカーソルの移動

JSVR の操作	JSVR の左右方向の出力電圧 V [V]	カーソルの移動方向	カーソルの移動速度
左方向に傾ける 	$1.50 \pm 0.5 \leq V$	左に移動 	約 0.5Sec
中立 (操作していない) 	1.50 ± 0.5 $< V <$ 3.50 ± 0.5	移動停止 	—
右方向に傾ける 	$V \leq 3.50 \pm 0.5$	右に移動 	約 0.5Sec

〈文字の回転〉

- 文字を表示する際、フォントデータが格納されているソースファイル“font.c”内のフォントデータの見た目のデータ方向と、GLCD1 のデータ表示方向が逆になっているので、注意すること。詳細を図 1 6 に示す。
- SW3 の操作で回転する文字は、カーソル位置の文字のみとする。
- SW3 の右回転 1 クリックにつき、文字が右に 90 度回転する。また、左回転 1 クリックにつき、文字が左に 90 度回転する。SW3 の左右回転による文字の回転関係を表 1 0 に示す。

Page	Lines	Column Address								Data
		0	1	2	3	4	5	6	7	
1 st page (X=0)	Line 0									DB0(LSB)
	Line 1									DB1
	Line 2									DB2
	Line 3									DB3
	Line 4									DB4
	Line 5									DB5
	Line 6									DB6
	Line 7									DB7(MSB)
...	...									DB0(LSB)

font.c 内のフォントデータ



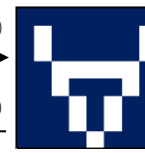

/*数字データ*/

```
rom const char font_data[1024] = {
0xff,0xff,0xff,0xff,0xff,0xff,0xff,0xff, //0x00 NULL
...
0x60,0x18,0x16,0x11,0x16,0x18,0x60,0x00 //0x41 'A'
...
};
```

フォントデータの見た目のデータ方向と、GLCD1のデータ表示方向、MSB と LSB が逆になっている。

図 1 6 フォントデータと GLCD1 の表示方向の関係 (文字「A」の場合)

表 1 0 SW3 左右回転クリックによる文字の回転関係 (文字「A」の回転)

文字の回転角	0°	+90° もしくは -270°	+180° もしくは -180°	+270° もしくは -90°
SW3 のクリック操作 右 1 クリック① 左 1 クリック②				
	① → ②	① → ②	① → ②	① → ②

〈その他〉

- コントローラの SW3 を加速度センサー側に設定し、コントローラを上を振る (Z 軸方向) ことで、GLCD1 の表示が図 1 4 の初期表示になる (リセット)。リセットをかけるための SEN1 のしきい値は約 2.5V 程度とする。操作例を図 1 7 に示す。
- コントローラの SW3 を加速度センサー側、ジョイスティック側に切り替えたときに生じる機器の誤動作については、不問とする。
- 機器の操作に伴う GLCD1 の表示の変化は、著しい遅れ、ちらつきがないようにする。

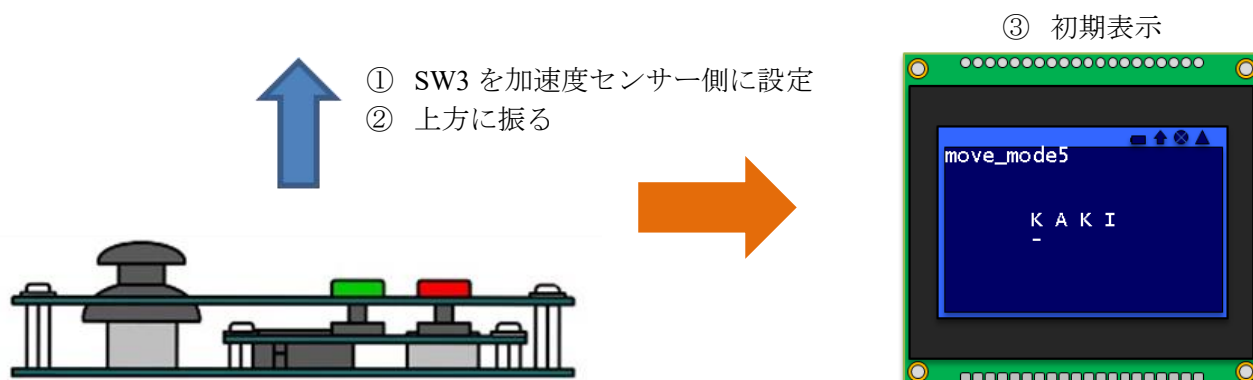


図 1 7 コントローラによるリセット操作