

**第 9 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 ( 1 )**

**事前配布**

【競技課題】 組立て基板の組立てと制御プログラムの制作

【競技時間】 4 時間 延長なし

**【持参するもの】**

- |                               |     |
|-------------------------------|-----|
| ・ 電子回路組立て用工具類                 | 1 式 |
| ・ プログラム開発環境                   | 1 式 |
| ・ パソコンシステム (Windows Vista 以上) | 1 式 |
| ・ プログラム開発環境用ソフトウェア            | 1 式 |
| ・ 同上マニュアル                     | 適宜  |
| ・ 組立て基板動作チェックプログラム            | 1 式 |

**【支給するもの】**

- |   |       |
|---|-------|
| ・ 競技仕様書 (1), (2)                                  | 各 1 冊 |
| ・ 組立て基板組立て用部品                                     | 1 式   |
| ・ 制御ボード (事前配布)                                    | 1 枚   |
| ・ PIC ライタ (PICkit3 ケーブル付き : 事前配布)                 | 1 式   |
| ・ PIC ライタ・制御ボード接続ケーブル (事前配布)                      | 1 本   |
| ・ AC アダプタ (事前配布)                                  | 1 個   |
| ・ ZigBee モジュール設定ボード<br>(USB ケーブル (A-B) 付き : 事前配布) | 1 式   |
| ・ 外部 I/O チェックボード (16P フラットケーブル付 : 事前配布)           | 1 式   |
| ・ USB メモリ   | 1 個   |
| ・ 提出用紙、荷札他  | 1 式   |

**【注意事項】**

- ・ 競技中の服装は作業に適したものであること。
- ・ はんだ付け作業中は保護めがねを着用すること。(めがね着用者も着用が望ましい)
- ・ 支給された部品・材料が「2.1(6) 支給部品及び材料」のとおりであるか確認すること。  
(競技前日に実施)
- ・ 支給された部品・材料以外は、一切使用しないこと。
- ・ 競技中に部品・材料が損傷・不足・紛失したときには申し出ること。
- ・ 使用する工具類は、使用工具一覧表で指定したもの以外は、原則として使用しないこと。
- ・ 競技中は工具等の貸し借りを禁止する。
- ・ 競技終了前に作業が完了したなら、その旨を競技委員に申し出て、競技委員の指示に従うこと。
- ・ 競技終了の合図で直ちに作業を中止し、競技委員の指示に従うこと。
- ・ 競技終了後、競技委員の指示に従って、清掃・後片づけを行うこと。

競技者番号 : \_\_\_\_\_ 氏 名 : \_\_\_\_\_

## 目次

- 1 ハードウェアの概要
- 2 組立て基板の組立て
  - 2.1 組立て基板仕様
    - (1) 回路図
    - (2) 部品配置図 (表面)
    - (3) 部品配置図 (裏面)
    - (4) 配線パターン図 (表面)
    - (5) 配線パターン図 (裏面)
    - (6) 支給部品および材料
  - 2.2 部品取付け仕様
    - (1) 部品の取付け方向と表示
    - (2) 部品の取付け方法
    - (3) はんだ付け
- 3 制御プログラムの制作
  - 3.1 制御プログラムの基本仕様
    - (1) SW1 (押しボタンスイッチ) の操作に関する仕様
    - (2) LCD キャラクタモジュールに関する仕様
    - (3) ドットマトリックス LED に関する仕様
    - (4) SW3 (ロータリーエンコーダ) に関する仕様
  - 3.2 制御プログラムの動作仕様
    - (1) テストモードの仕様
    - (2) 動作モードの仕様
  - 3.3 プログラム記述の作法
    - (1) ガイドライン
    - (2) 記述例
- 4 組立て基板の動作試験の実施
- 5 制御プログラムの動作試験の実施
- 6 作業の終了
- 7 清掃・後片づけ

## 1 ハードウェアの概要

ハードウェアは、主に「電子回路組立て基板」と「制御ボード」の2枚の電子回路基板で構成される。図1は、ハードウェアブロック図を示す。

### 「組立て基板」

主に、2色LEDドットマトリックス、LCDキャラクタモジュール、ロータリーエンコーダなどの入出力を有し、ZigBee無線モジュール、外部接続用コネクタを通して、外部機器とつながることができる。

### 「制御ボード」

PICマイコンを用いて組立て基板を制御する電子回路基板。

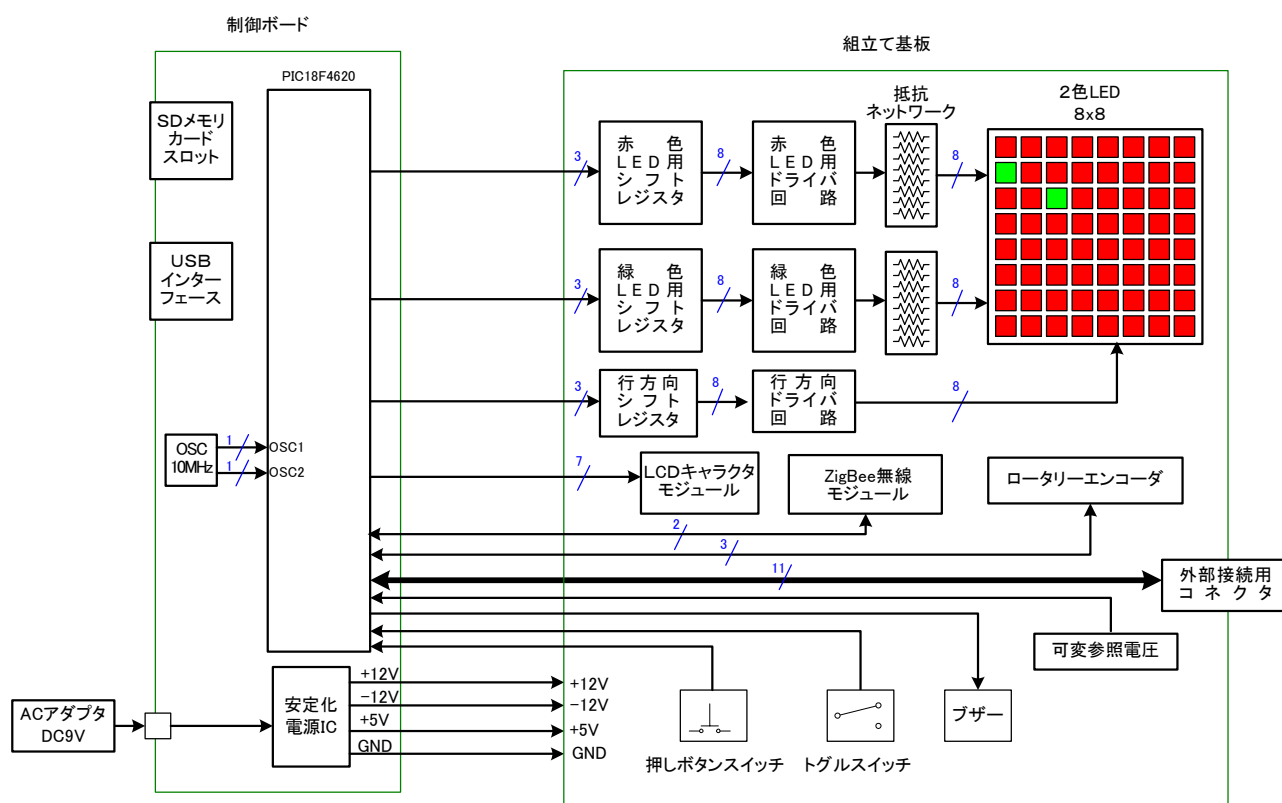


図1 ハードウェアブロック図

## 2 組立て基板の組立て

- 「2.1 組立て基板仕様」および、
- 「2.2 部品取付け仕様」に基づいて組立て基板を制作する。

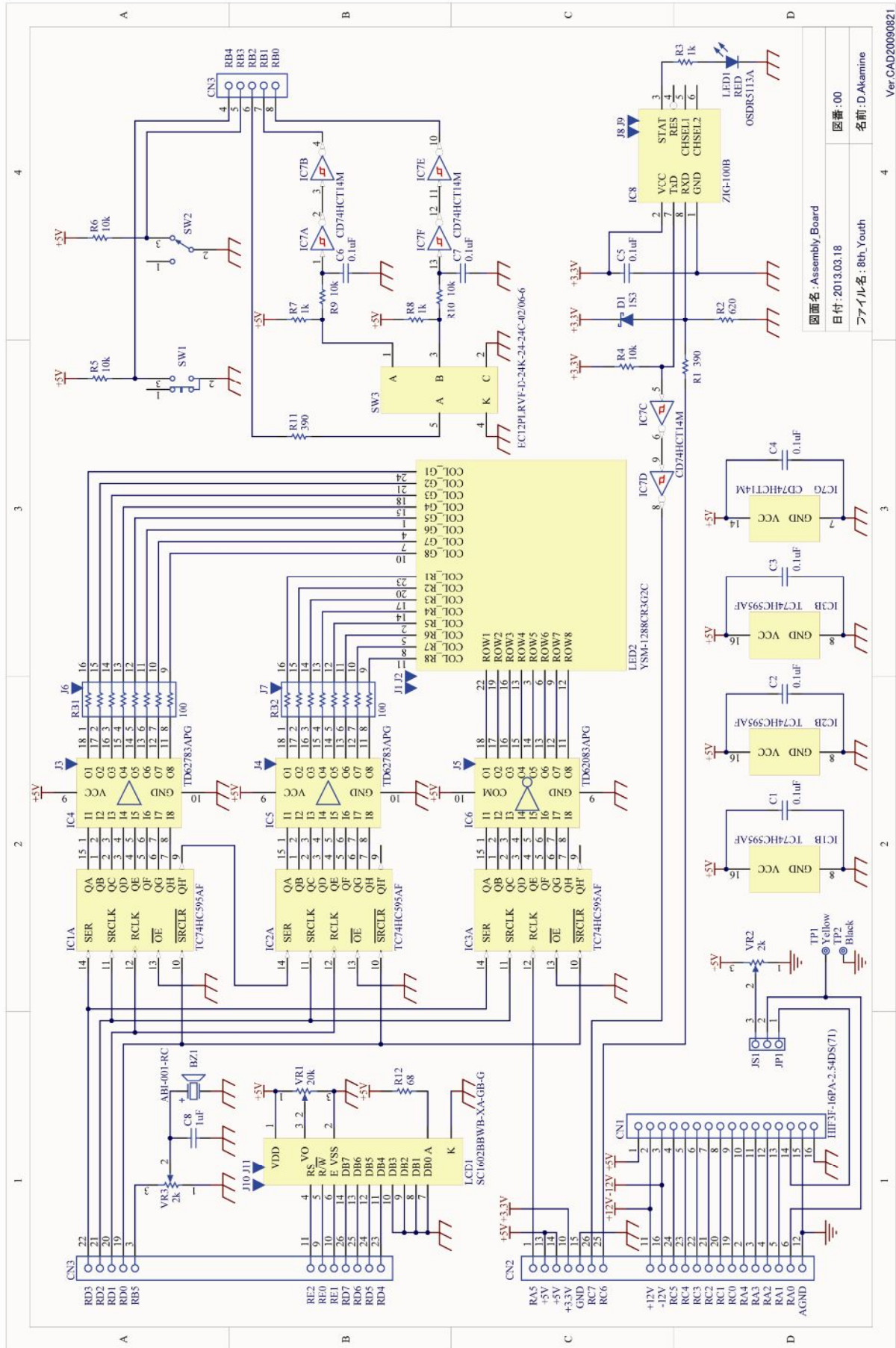
当該作業にあたっては、必要に応じて、事前配布してある CD にある主要部品データシートを参照のこと。

### 2.1 組立て基板仕様

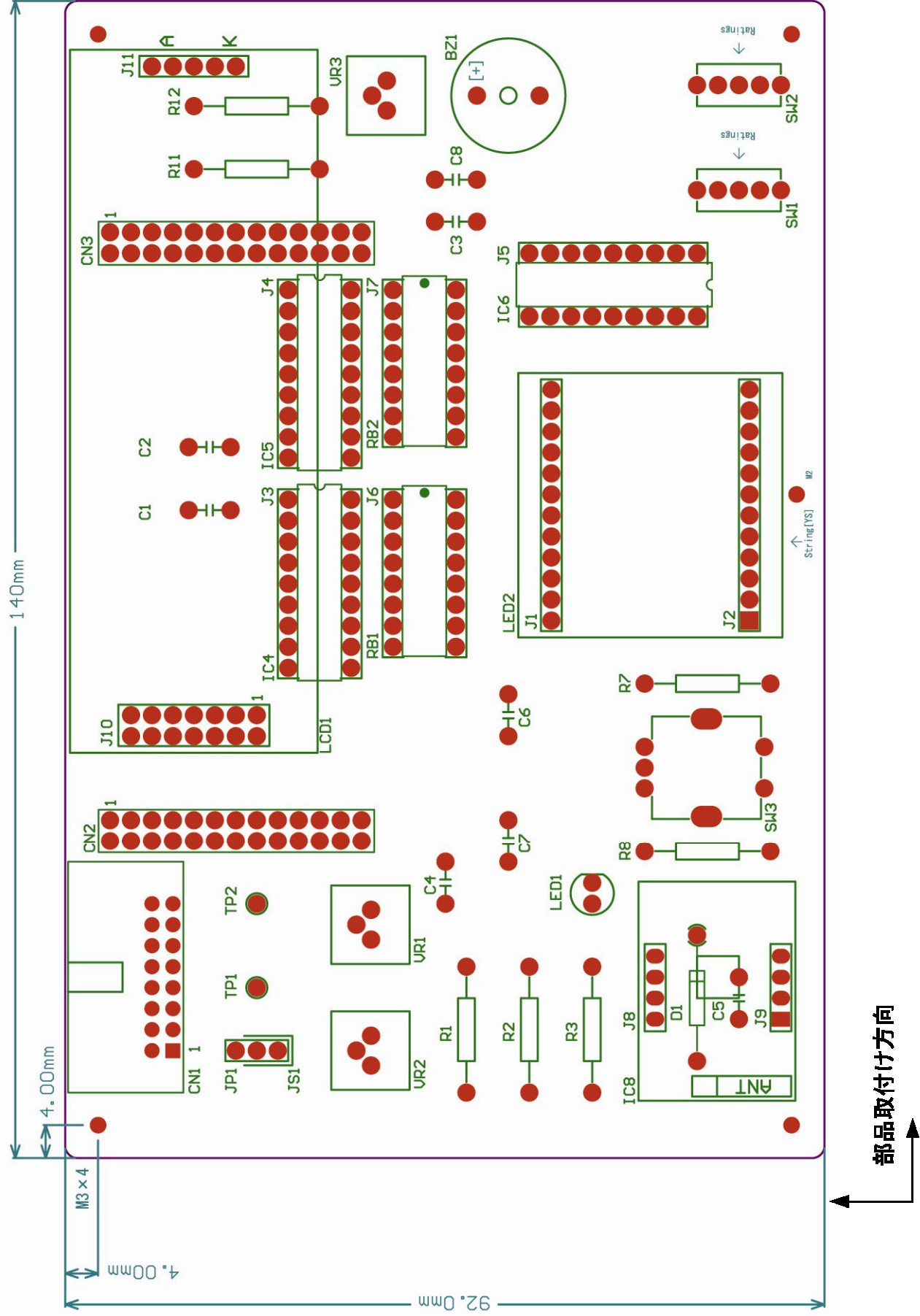
以下に組立て基板の仕様を示す。

- (1) 回路図
- (2) 部品配置図（表面）
- (3) 部品配置図（裏面）
- (4) 配線パターン図（表面）
- (5) 配線パターン図（裏面）
- (6) 支給部品及び材料

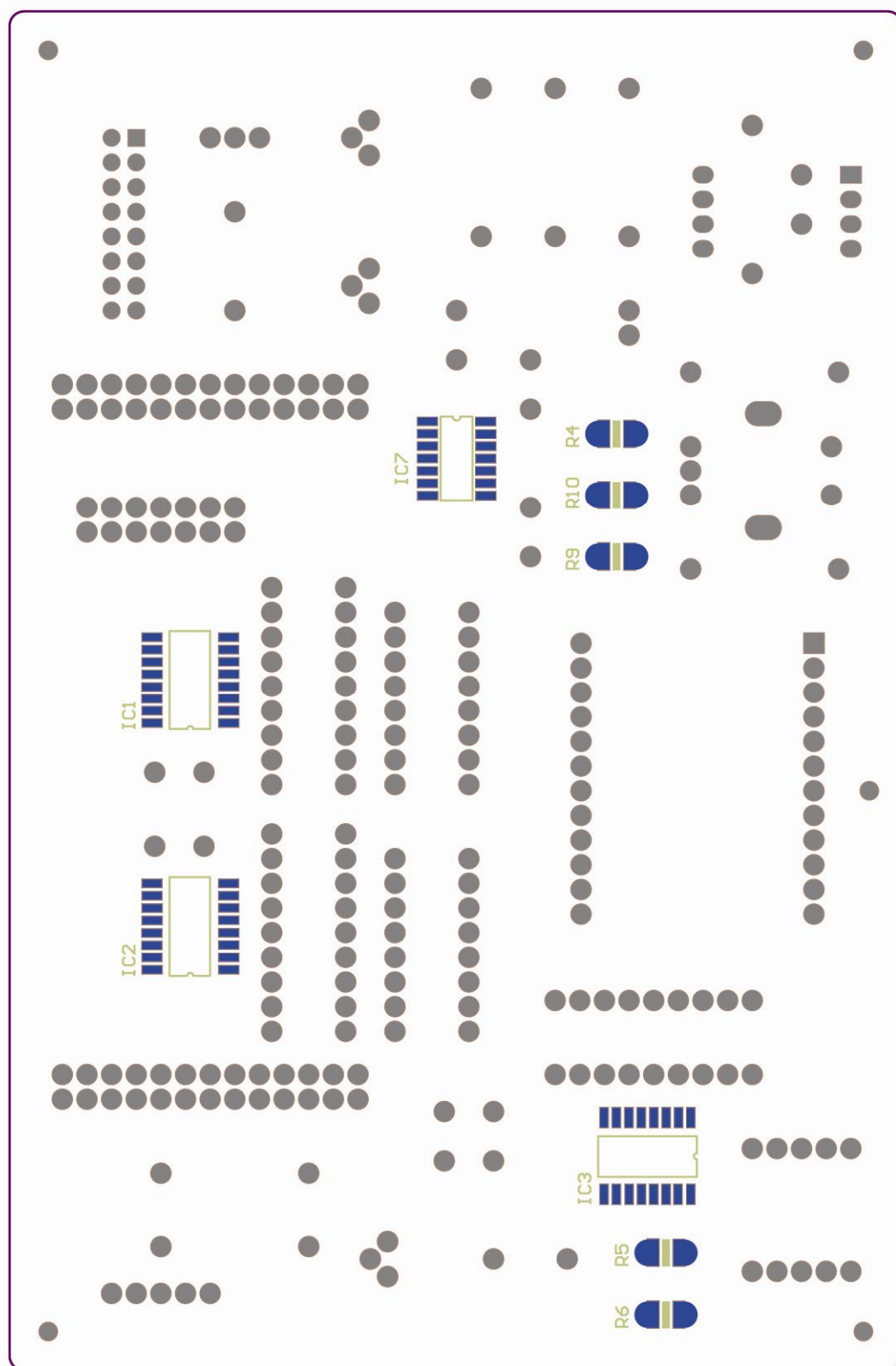
## 2.1 (1) 回路図



2. 1 ( 2 ) 部品配置図 ( 表面 )



## 2.1 (3) 部品配置図 (裏面)



部品取付け方向  
↑

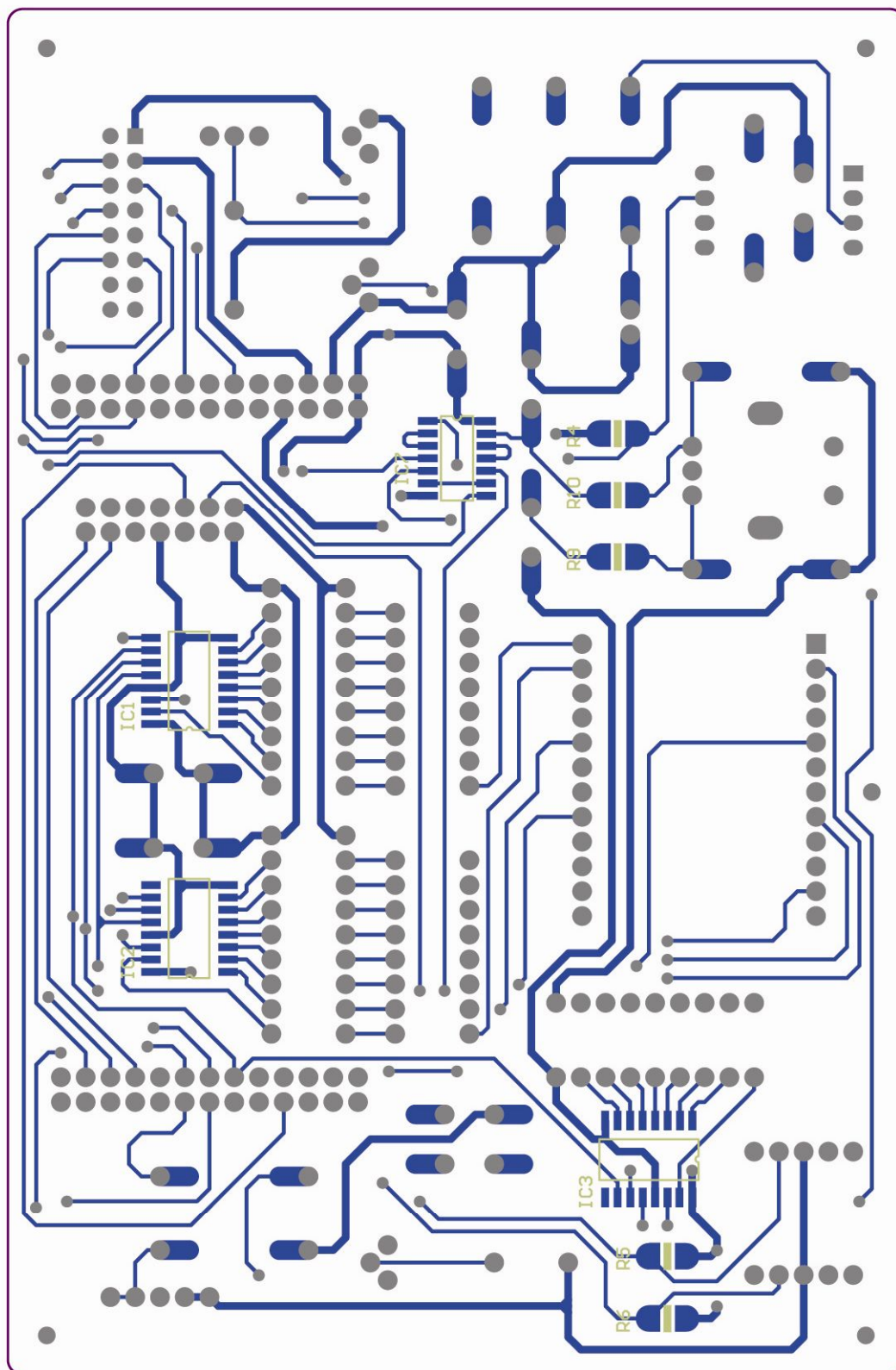


#### 2.1 (4) 配線パターン図 (表面)





## 2.1 (5) 配線パターン図 (裏面)



## 2.1 (6) 支給部品及び材料

第8回若年者ものづくり競技大会組立基板部品表						
No.	部品番号	品名	定格・型式	メーカー名	数量	備考
1	IC1,2,3	8ビットシフトレジスタ	SOP TC74HC595AF (F)	東芝セミコンダクタ	3	RSコンポーネンツ RS型番 541-9421
2	IC4,5	8ch高耐圧ソースドライバ	DIP TD62783APG	東芝セミコンダクタ	2	秋月電子通商 通販コード I-05387
3	IC6	8chダーリントンシンクドライバ	DIP TD62083APG	東芝セミコンダクタ	1	秋月電子通商 通販コード I-01516
4	IC7	Hex Inverting Schmitt Trigger (TTL Input)	SOP CD74HCT14M	Texas Instruments	1	RSコンポーネンツ RS型番 833-721
5	IC8	ZigBeeモジュール	ZIG-100B	ベストテクノロジー	1	ベストテクノロジー 商品番号 BTX025
6	LED1	赤色LED φ5mm	OSDR5113A	OptoSupply	1	秋月電子通商 通販コード I-00624
7	LED2	マトリクスLED 2色(赤/緑) 8×8	YSM-1288CR3G2C	Sparkfun	1	ストロベリーリナックス 注文番号 18025
8	D1	ショットキーダイオード	1S3	PANJIT	1	秋月電子通商 通販コード I-01707
9	LCD1	LCDキャラクタディスプレイモジュール	SC1602BBWB-XA-GB-G	Sunlinke Display Teck	1	秋月電子通商 通販コード P-02919
10	BZ1	圧電ブザー(自励式)	ABI-001-RC	UNBRANDED	1	RSコンポーネンツ RS型番 511-7620
11	C1,2,3,4,5	積層セラミックコンデンサ 0.1μF/50V	RPEF11H104Z2K1A01B 相当品	村田製作所	5	秋月電子通商 通販コード P-02211
12	C6,7	フィルムコンデンサ 0.1μF/50V	50F2D104J 相当品	ルビコン	2	秋月電子通商 通販コード P-05332
13	C8	積層セラミックコンデンサ 1μF/50V	RDER71H105K2K1C03B 相当品	村田製作所	1	秋月電子通商 通販コード P-05105
14	R1,11	炭素皮膜抵抗器 390Ω 1/4W±5%	CF 1/4C 391J 相当品	KOA	2	RSコンポーネンツ RS型番 475-6505
15	R2	炭素皮膜抵抗器 620Ω 1/4W±5%	CF 1/4C 621J 相当品	KOA	1	
16	R3,7,8	炭素皮膜抵抗器 1kΩ 1/4W±5%	CF 1/4C 102J 相当品	KOA	3	RSコンポーネンツ RS型番 475-6577
17	R12	炭素皮膜抵抗器 68Ω 1/4W±5%	CF 1/4C 680J 相当品	KOA	1	RSコンポーネンツ RS型番 475-6375
18	R4,5,6,9,10	角型チップ抵抗器 10kΩ (3226サイズ)	RK73B2ETTD103J 相当品	KOA	5	チップワンストップ FF-5375-4461
19	VR1	半固定抵抗器 20kΩ 1/2W ±10% (つまみ付)	3386K-EY5-203TR	SUNTAN TECHNOLOGY	1	秋月電子通商 通販コード P-06111
20	VR2,3	半固定抵抗器 2kΩ 1/2W ±10% (つまみ付)	3386K-EY5-202TR	SUNTAN TECHNOLOGY	2	秋月電子通商 通販コード P-06108
21	RB1,2	DIP型抵抗ネットワーク 100Ω×8	4116R-1-101LF	Bourns	2	RSコンポーネンツ RS型番 522-3090
22	SW1	押しボタンスイッチ	8MS8P1B05VS2QES-1	Cosland	1	秋月電子通商 通販コード P-04367
23	SW2	トグルスイッチ 単極双投	2MS1-T1-B4-VS2-Q-E	Cosland	1	秋月電子通商 通販コード P-00300
24	SW3	ロータリエンコーダ 赤色LED付き	EC12PLRVF-D-24K-24-24C-02/06-6	Top-Up Industry	1	秋月電子通商 通販コード P-05651
25	J1,2	シングルラインソケット (マトリクスLED用)	6604S-40 (12ピン切断支給)		2	秋月電子通商 通販コード P-01591
26	J3,4,5	DIP型ICソケット 18P	2227-18-03	Neltron Industrial	3	秋月電子通商 通販コード P-00008
27	J6,7	DIP型ICソケット 16P	2227-16-03	Neltron Industrial	2	秋月電子通商 通販コード P-00007
28	J8,9	ピンソケット 4極	CB39042V100	CviLux	2	※ベストテクノロジー
29	J10	ピンソケット(メス) 2×7(14P)	FH-2X07SG	秋月電子通商	1	※LCDモジュールに付属のものを使用 秋月電子通商 通販コード C-00169
30	J11	ピンソケット(メス) 1×5(5P)	FH-1X05SG	秋月電子通商	1	秋月電子通商 通販コード C-02762
31	JP1	ピンヘッダ(オス) 1×3(3P) (ジャンパーピン用)	PH-1X03SG	秋月電子通商	1	秋月電子通商 通販コード C-03949
32	JS1	ジャンパーソケット 黒	MJ-254-6BK	Useconn Electronics	1	秋月電子通商 通販コード P-03687
33	CN1	ボックスピンヘッダー ライトアングルタイプ (16P)	HIF3F-16PA-2.54DS(71)	ヒロセ電機	1	チップワンストップ FF-5183-0587
34	CN2,3	ピンヘッダ(オス) 2×13(26P)	PH-2x13SG	Useconn Electronics	2	秋月電子通商 通販コード C-00079
35	CN4	ピンヘッダ(オス) 2×7(14P)	PH-2x07SG	Useconn Electronics	1	※LCDモジュールに付属のものを使用 秋月電子通商 通販コード C-00166
36	CN5	ピンヘッダ(オス) 1×5(5P)	PH-1x40SG (5ピン切断支給)	Useconn Electronics	1	秋月電子通商 通販コード C-00167
37	TP1	測定用チェック端子 黄色	LC-2-G-黄	マック8	1	RSコンポーネンツ RS型番 464-2412
38	TP2	測定用チェック端子 黒色	LC-2-G-黒	マック8	1	RSコンポーネンツ RS型番 464-2399
39	PB1	専用基板			1	
40		鉛フリーはんだ(やに入り) φ0.6mm	SPARKEL ESC F3 M705 φ0.6	千住金属	1m	
41		鉛フリーはんだ(やに入り) φ0.8mm	SPARKEL ESC F3 M705 φ0.8	千住金属	2m	
42		ポリカーボネート セットナベ小ネジ M2 L=6mm	PC-0206-T	廣杉計器	1	基板支え用
43		ジュラコンスペーサー(六角) M2 L=11mm	AS-2011	廣杉計器	1	基板支え用

(注意1) 部品の仕様(機能や端子図など)は、データシートを参照のこと。

## 2.2 部品取付け仕様

### (1) 部品の取付け方向と表示

- ① 部品は、2.1(2) 部品配置図（表面）および(3) 部品配置図（裏面）に従い、プリント基板へ水平又は垂直に取付けるものとし、曲がり、傾きの限度は1mm以下とする。
- ② 部品の表示又は規格が、識別できるように取付ける。
- ③ 極性を有する部品は、回路図に従って取付ける。
- ④ 炭素皮膜抵抗器のカラーコードとチップ抵抗器の数値は、部品配置図を正面に見て、下から上、左から右の方向（部品配置図の矢印の方向）に読めるように取付ける。
- ⑤ 積層セラミックコンデンサやフィルムコンデンサは、部品配置図を正面に見て、表示面が下側、右側に向くように取付ける。

### (2) 部品の取付け方法

部品は、特に指示のない限り図2のようにプリント基板に密着させて取り付けること。なお、部品の浮き上がり限度や傾き限度は、図3に示すとおり0.5mm以下とする。

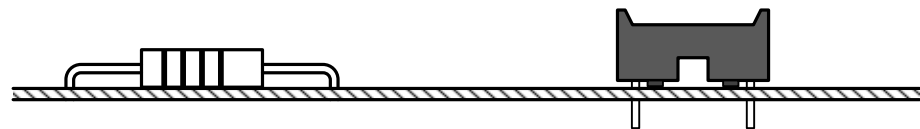
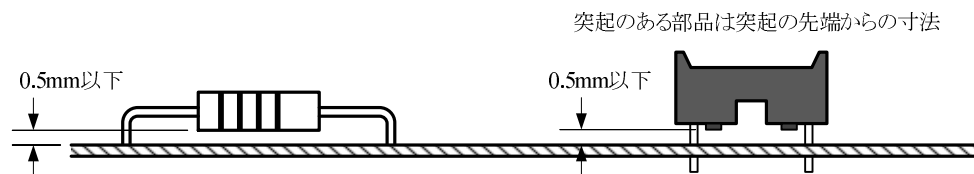
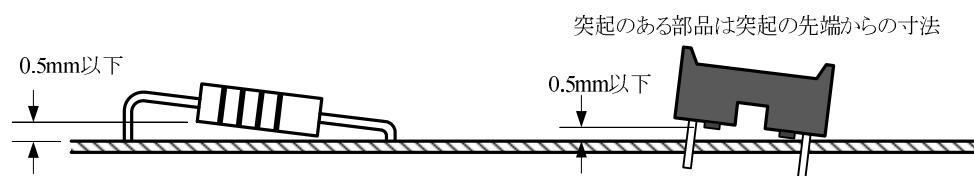


図2 部品の取付け（良い例）



(a) 浮き上がり限界



(b) 傾き限界

図3 部品の取付け（悪い例）

- ① ダイオード（D1）、炭素皮膜抵抗器（R1～R3, R7, R8, R11, R12）は、図4に示すように本体をプリント基板にほぼ密着させて取付ける。



図4 ダイオード、抵抗器の取付け方

- ② ダイオード (D1)、炭素皮膜抵抗器 (R1～R3, R7, R8, R11, R12) は、左右のリードをバランスよく取付け、図 5 のように部品に無理な力が加わらないよう取付ける。



図 5 抵抗器等の取付け方 (悪い例)

- ③ 積層セラミックコンデンサ (C1～C5, C8) は、図 6 に示すように絶縁チューブをかぶせずリードの曲がりまでプリント基板に差し込み取付ける。

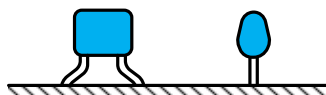


図 6 積層セラミックコンデンサの取付け方

- ④ シングルラインソケット (J1, J2) は、図 7 に示すように端子の止まりまでプリント基板に差し込み取付ける。



図 7 シングルラインソケットの取付け方

- ⑤ 半固定抵抗器 (VR1～VR3)、ロータリーエンコーダ (SW3)、DIP 型 IC ソケット (J3～J7)、ピンソケット (J8～J11)、ボックスピンヘッダー (CN1) は、底面の突起がプリント基板に密着するように取付ける。底面に突起がある部品の浮き上がり限度は、突起や挿入止めの先端からの寸法とする。

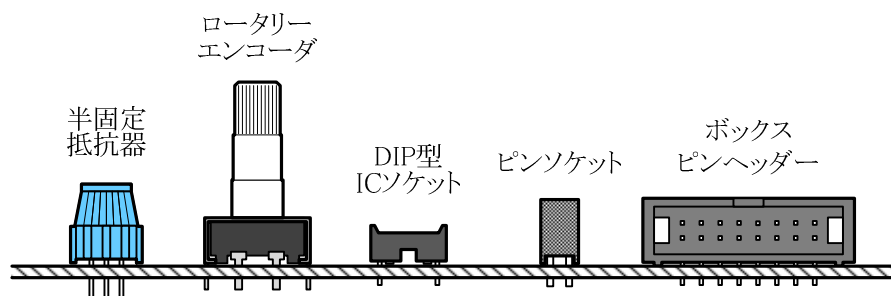


図 8 底面に突起がある部品の取付け方

- ⑥ 組立て基板を制御ボードに差し込むためのピンヘッダ (CN2, CN3) は、図 9 に示すようにプリント基板の裏面から挿入し、底面の突起がプリント基板に密着するように取付け、表面のランドをはんだ付けする。

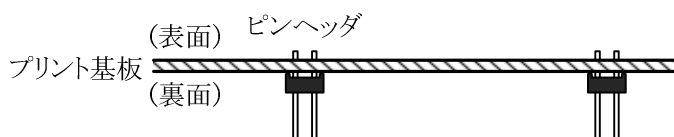


図 9 ピンヘッダの取付け方

- ⑦ ブザー (BZ1)、ジャンパーピン用ピンヘッダ (JP1)、チェック端子 (TP1, TP2) は、図 1 0 に示すようにプリント基板に密着して取付ける。  
 なお、ブザーに貼ってあるシールは剥がすこと。ただし、競技前日には剥がさないこと。

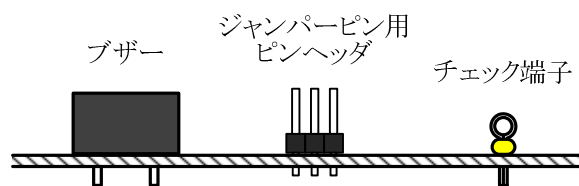


図 1 0 チェック端子などの部品の取付け方

- ⑧ 発光ダイオード (LED1)、フィルムコンデンサ (C6~C7) は、図 1 1 のように絶縁チューブをかぶせて取付ける。基板から部品下端までの浮きの高さは、5~8mm とする。

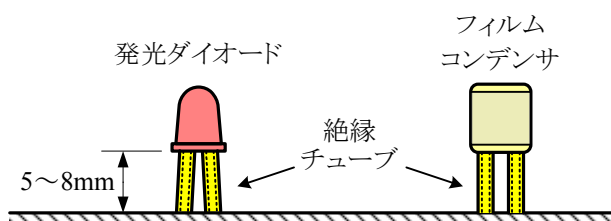


図 1 1 絶縁チューブをかぶせる部品の取付け方

- ⑨ 押しボタンスイッチ (SW1)、トグルスイッチ (SW2) は、図 1 2 のように Rating (定格) の表示が右側になる向きに、固定用金具の止まりまでプリント基板に差し込み取付ける。  
 なお、押しボタンスイッチのナットとワッシャは、外さなくてよい。

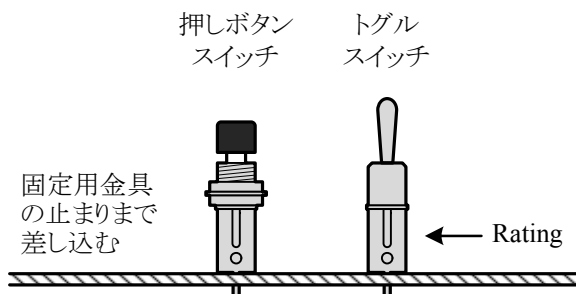


図 1 2 スイッチの向きと取付け方

- ⑩ ダイオード (D1)、積層セラミックコンデンサ (C1～C5, C8)、フィルムコンデンサ (C6, C7)、炭素皮膜抵抗器 (R1～R3, R7, R8, R11, R12) のリードは、プリント基板に挿入した後、ランドにほぼ密着させて折り曲げ、ランドの周囲を基準として切断する。折り曲げる方向は、長丸ランドの長手方向とする。折り曲げる寸法を図 1 3 に示す。

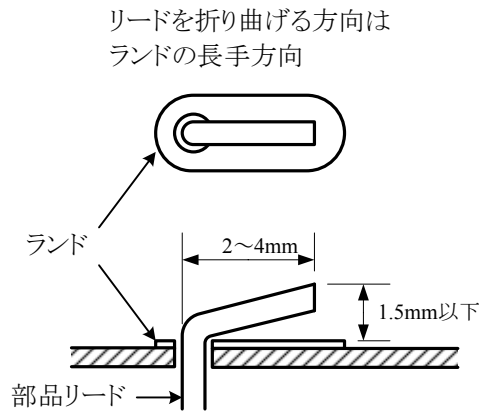


図 1 3 部品リードの折り曲げ

- ⑪ ブザー (BZ1)、半固定抵抗器 (VR1～VR3)、チェック端子 (TP1, TP2) は、リードを折り曲げずに取付け、突き出したリードが 2.5mm を超える場合は、図 1 4 のように 0.5mm～2.5mm に収まるように切断する。

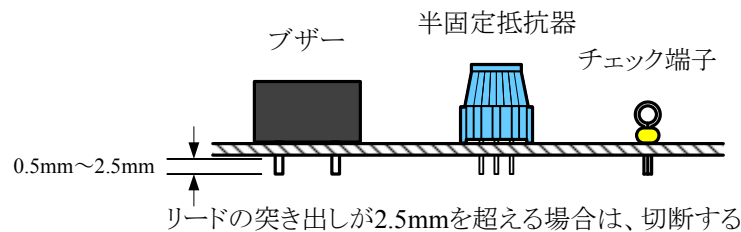


図 1 4 リードの突き出し寸法

- ⑫ 以下の部品は、ピンまたはリードを折り曲げず、かつ、切断せず取付ける。
- ・ 押しボタンスイッチ (SW1)
  - ・ トグルスイッチ (SW2)
  - ・ ロータリーエンコーダ (SW3)
  - ・ シングルラインソケット (J1, J2)
  - ・ DIP 型 IC ソケット (J3～J7)
  - ・ ピンソケット (J8～J11)
  - ・ ジャンパーピン用ピンヘッダ (JP1)
  - ・ ボックスピンヘッダー (CN1)
  - ・ ピンヘッダ (CN2, CN3)



- ⑬ チップ抵抗器（R4～R6、R9、R10）は、図 1 5(a)に示すように取付け、図 1 5(b)のように立てて取付けないこと。また、ランドとの位置ずれは、図 1 6 に示す範囲内となるよう取付ける。

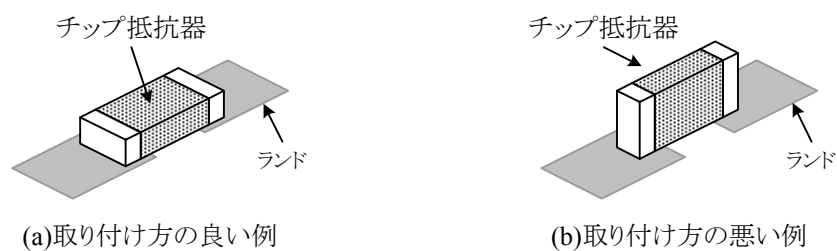


図 1 5 チップ抵抗器の取付け方

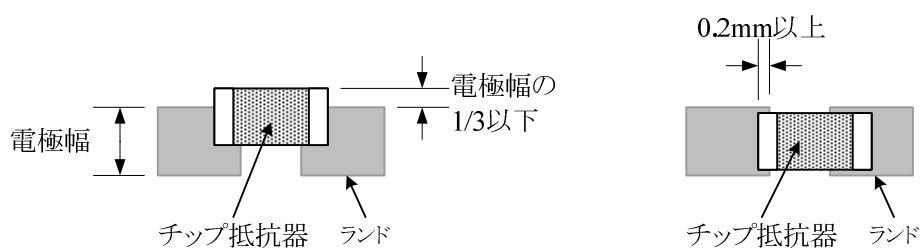


図 1 6 ランドに対するチップ抵抗器の位置ずれ

- ⑭ SOP IC（IC1～IC3、IC7）は、ランドとの位置ずれが図 1 7(a)に示す範囲内となるよう取付ける。また、リード方向のずれは、図 1 7(b)に示すようにランド間のほぼ中央に取付ける。

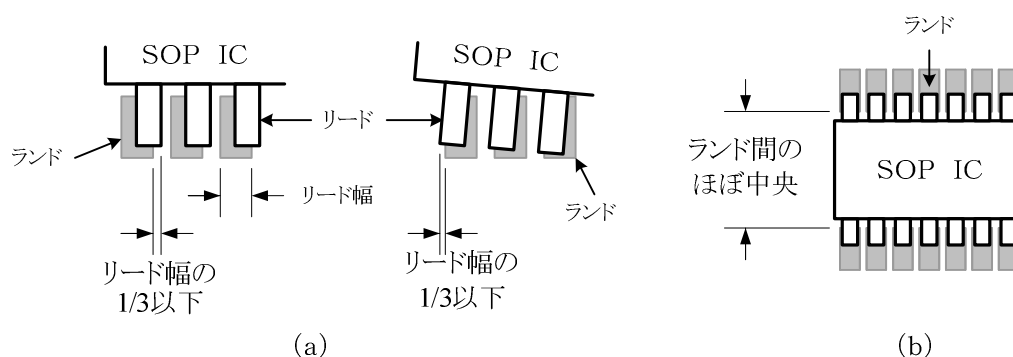


図 1 7 SOP IC の取付け方

- ⑮ DIP IC（IC4～IC6）、DIP 型抵抗ネットワーク（RB1、RB2）は、図 1 8 に示すように IC ソケットに可能な限り押し込み、生じた隙間がほぼ均一になるよう取付ける。



図 1 8 DIP IC 等の差し込み方

- ⑯ ZigBee モジュール (IC8) は、図 1 9 のようにピンソケット (J8, J9) に挿入し取り付ける。  
ソケットとの隙間は、0.5mm 以下とする。挿入する向きに注意すること。

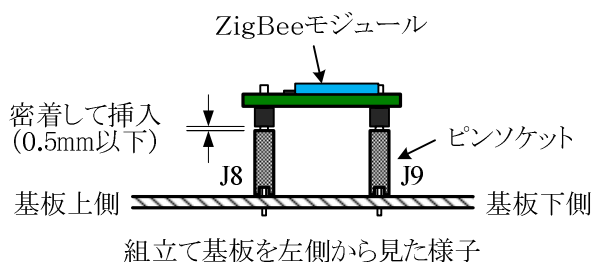


図 1 9 ZigBee モジュール基板の取付け方

- ⑰ マトリクス LED (LED2) は、図 2 0 (a)のように側面に印刷された文字 (YS) がプリント基板下側になる向きにシングルラインソケットに挿入する。LED 上面の高さは、図 2 0 (b)に示すようにプリント基板から 14.5mm 以下とする。LED の保護フィルムは、剥がさないこと。なお、マトリクス LED の端子の成形は、競技前日に行うことができる。

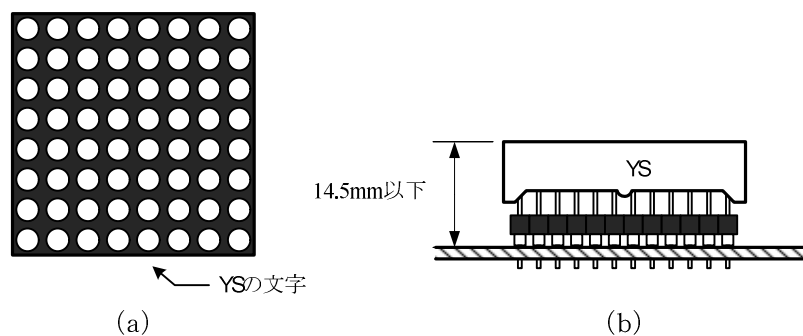


図 2 0 マトリクス LED の差し込み方

- ⑱ LCD キャラクタディスプレイモジュール (LCD1) は、実装したピンヘッダを、図 2 1 のようにピンソケット (J10, J11) に挿入する。ピンソケットとの隙間は、0.5mm 以下とする。なお、ピンヘッダ (CN4, CN5) の実装は、競技前日に行う。その際に、LCD の保護シートは、剥がしておいてよい。

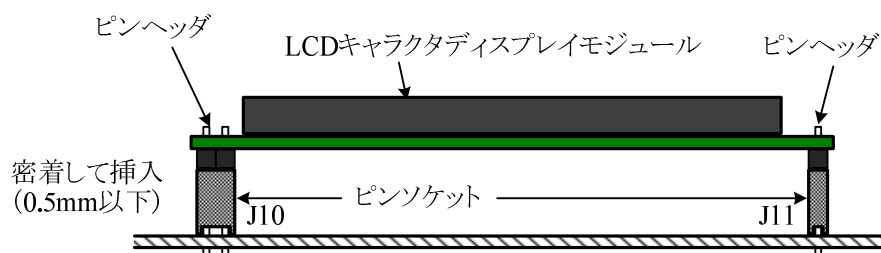


図 2 1 LCD キャラクタディスプレイモジュールの取付け方

- ⑱ ジャンパーソケット (JS1) の挿入向きは、図 2 2 に示すとおりとする。

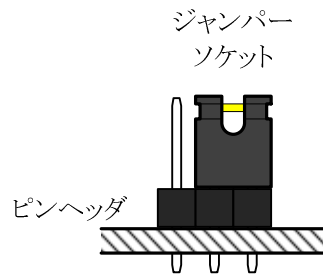


図 2 2 ジャンパーソケットの差し込み方

- ⑳ マトリクス LED の下に開いている取付け穴には、図 2 3 に示すように M2×11mm のスペーサーをセットなべ小ねじで取付ける。このスペーサーは、スイッチ等の操作をしたときに、組立て基板と制御ボードが接触することを防ぐためのものである。

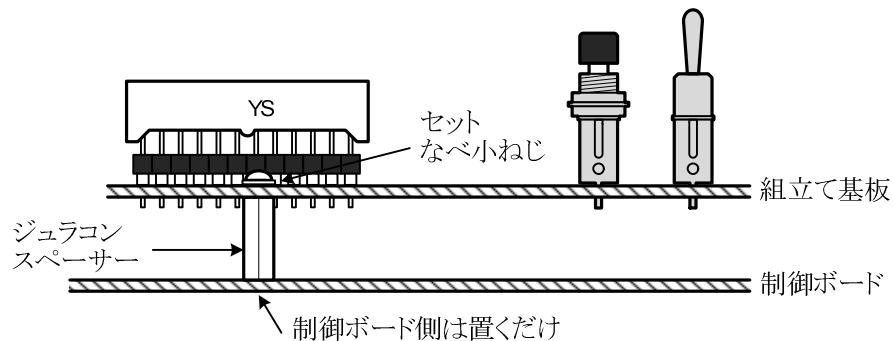


図 2 3 補助スペーサーの取付け方

### (3) はんだ付け

- ① はんだの“ぬれ”については、はんだがランドの表面によく流れ、長く裾を引いていること。  
“イモはんだ”にならないように、また突起が生じないようにはんだ付けする。
- ② スルーホール表面へのはんだ上がりは、スルーホール全周にフィレットが確認できること。
- ③ プリント基板のランドを剥離させないこと。
- ④ はんだ付け時の熱などで、部品が破損しないこと。
- ⑤ はんだ付けが不要な箇所には、はんだを付けないこと。
- ⑥ ランドのないところで部品リードを接続しないこと。
- ⑦ チップ部品の電極食われや、破損をさせないこと。
- ⑧ 部品を挿入しないスルーホールは、はんだ付けしないこと。
- ⑨ はんだの量について
  - イ) リードの形が判断できる程度の量であること。
  - ロ) ランド全体がはんだで覆われていること。
  - ハ) リードの折り曲げ部分や切り口部分が、はんだで覆われていること。
- ニ) 折り曲げず、かつ、切断しないで取付ける部品にあっては、ピンやリードの先端まで全面はんだで覆われていなくてもよい。

図 2 4 に挿入部品の、図 2 5 にチップ抵抗器の、図 2 6 に SOP IC のはんだ付け基準をそれぞれ示す。

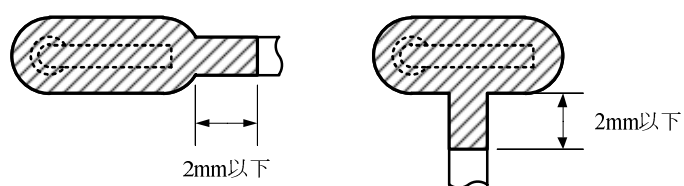
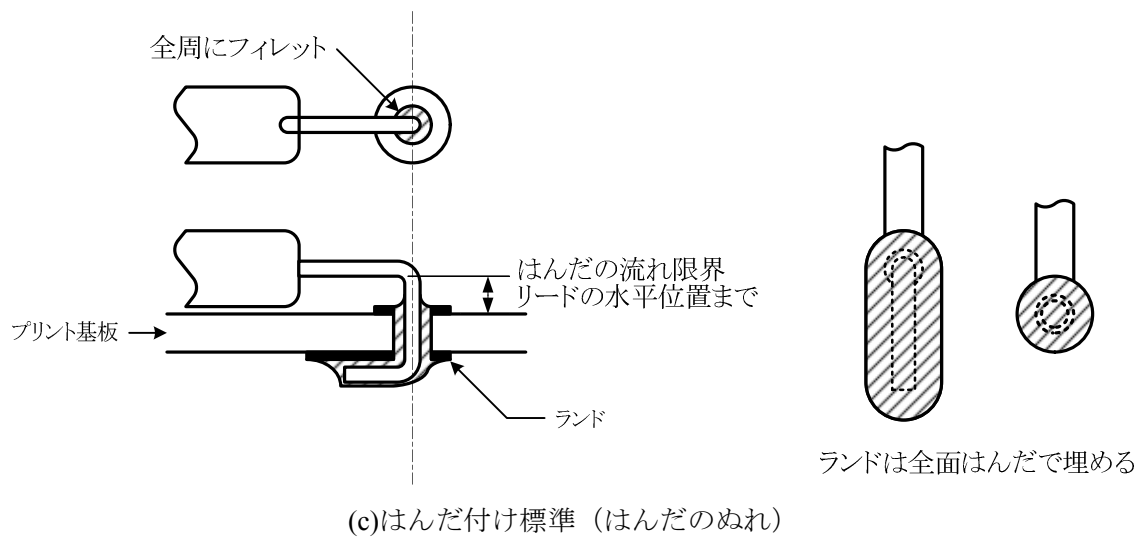
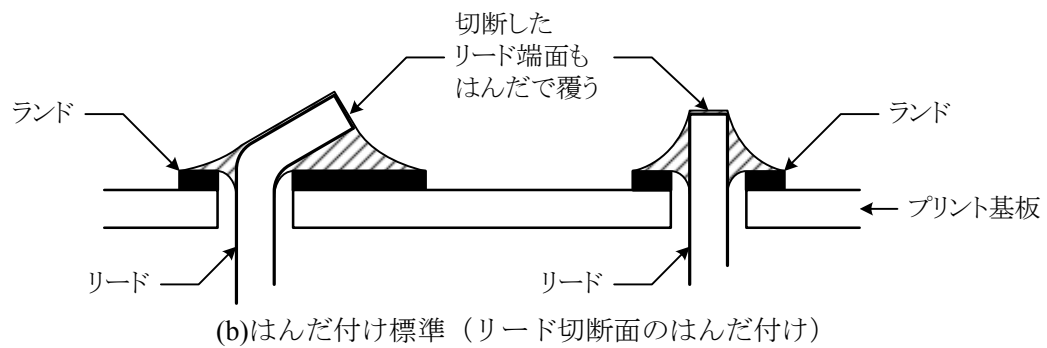
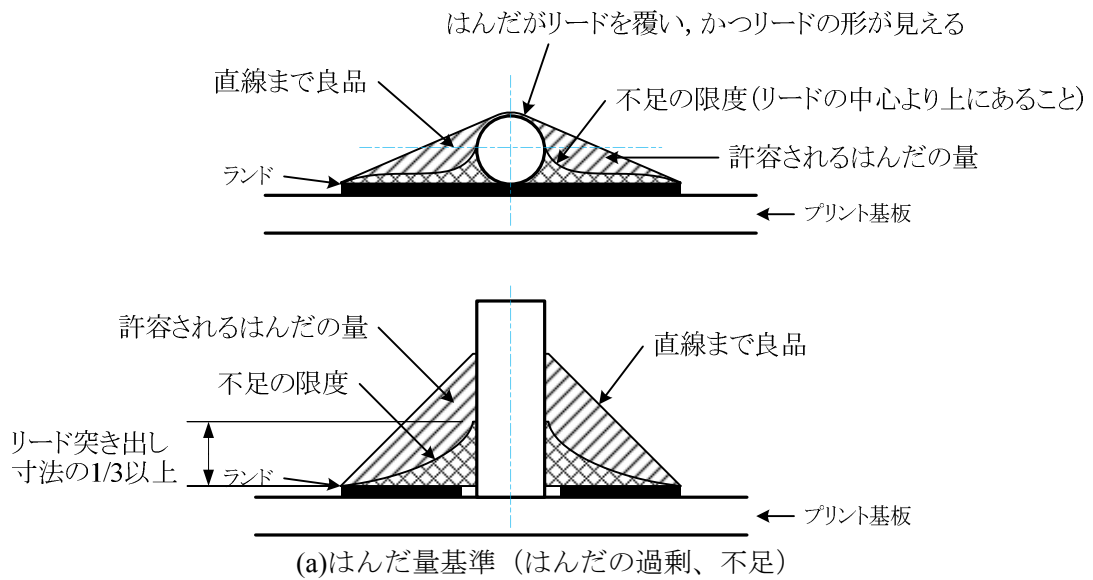
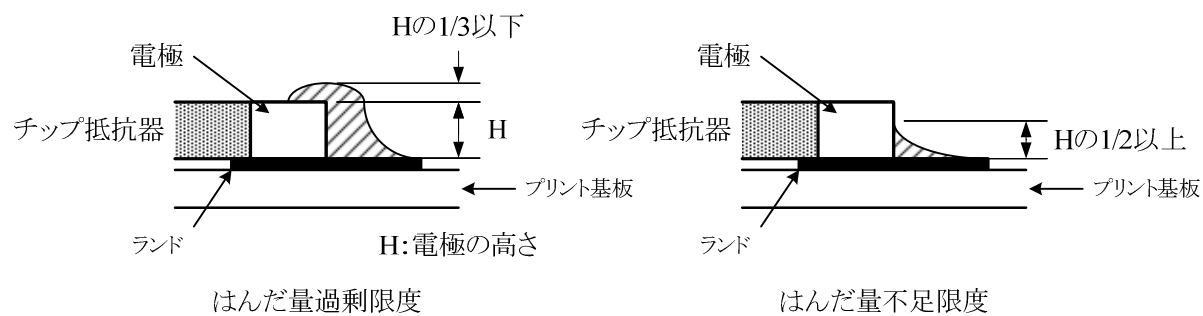
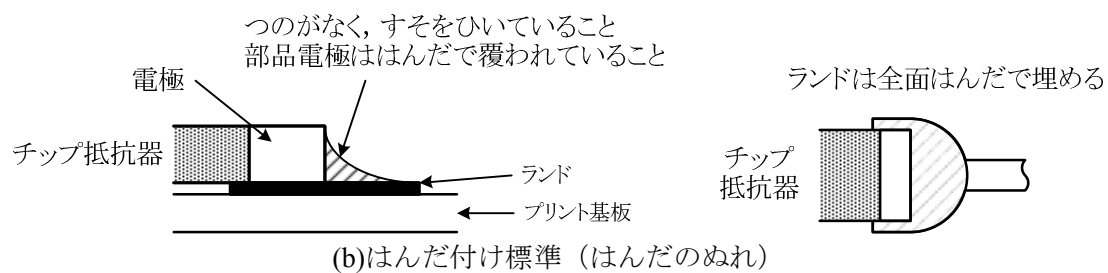


図 2 4 挿入部品のはんだ付け基準



(a)はんだ量基準（はんだの過剰、不足）

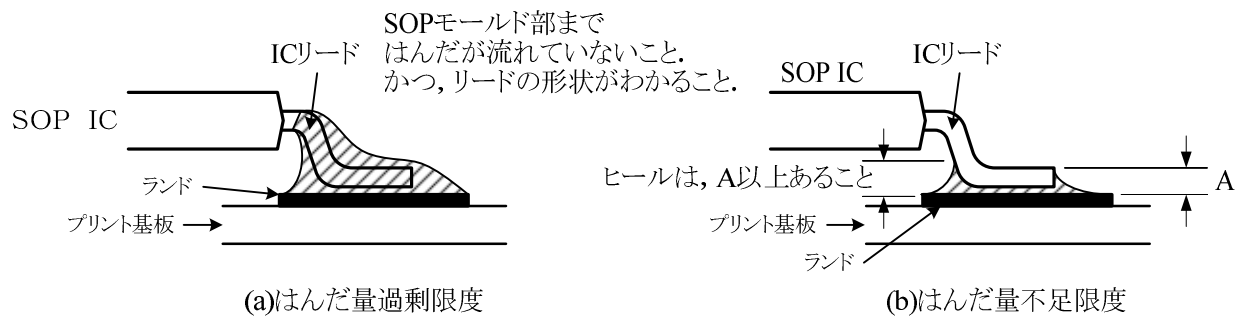


(b)はんだ付け標準（はんだのぬれ）

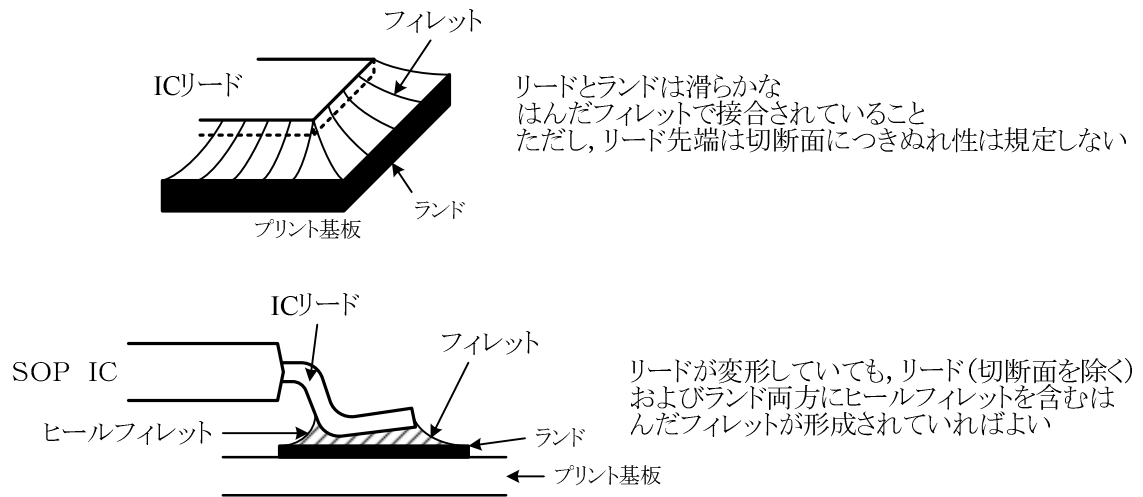


(c)はんだの拡散範囲（はんだの流れ）

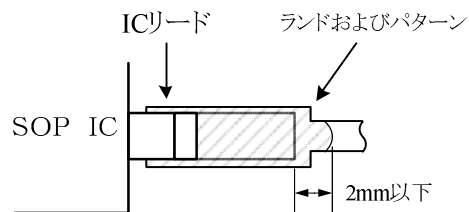
図 2 5 チップ抵抗器のはんだ付け基準



(a)はんだ量基準（はんだの過剰、不足）



(b)はんだ付け標準（はんだのぬれ）



はんだの拡散範囲は  
ICリード先端から2mm以内であること

(c)はんだの拡散範囲（はんだの流れ）

図 2 6 SOP IC のはんだ付け基準



### 3 制御プログラムの制作

図 2 7 は、制御プログラムの状態遷移図を表している。以下に制御プログラムの基本仕様、動作仕様を示す。

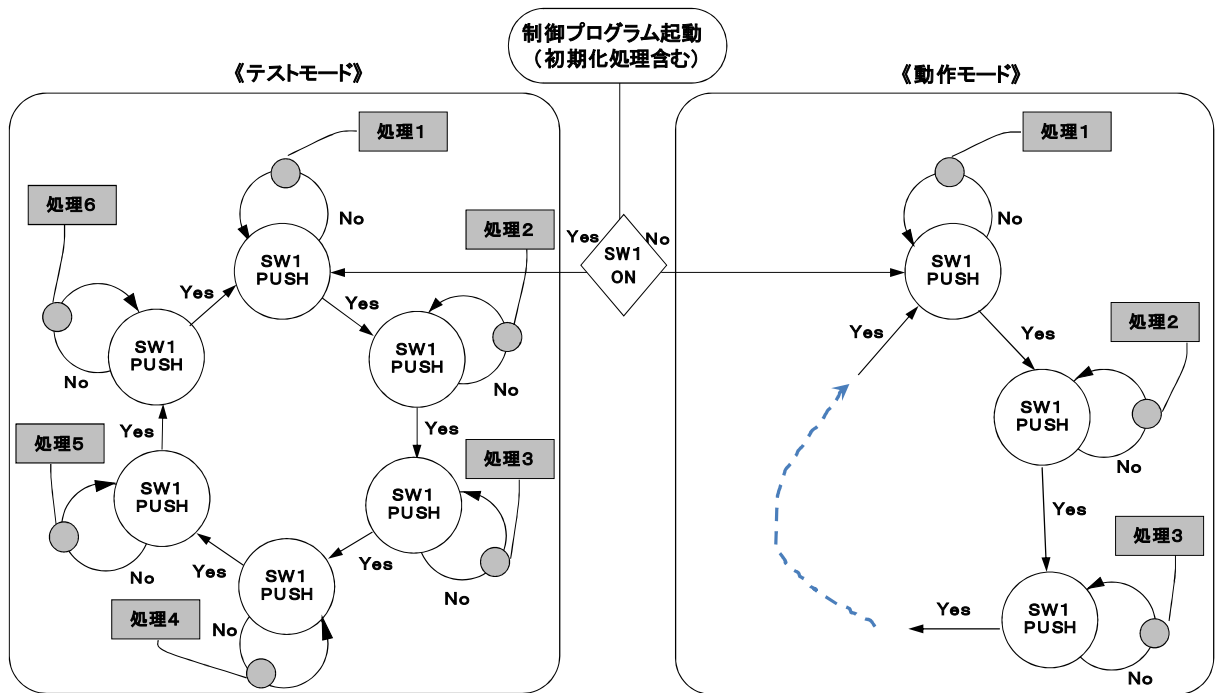


図 2 7 制御プログラムの状態遷移図

#### 3. 1 制御プログラムの基本仕様

以下の記述中の部品記号などについては、「2. 1 (1) 回路図」を参照すること。

##### (1) SW1 (押しボタンスイッチ) の操作に関する仕様

###### ① 制御プログラム起動時の機能

制御プログラム起動時（制御ボードのリセットスイッチをプッシュ操作時）に、SW1 の状態をチェックし、「テストモード」もしくは「動作モード」の各処理を実行させる。

SW1 の状態	実行されるモード
ON (押した状態)	テストモード (事前公開)
OFF (無操作状態)	動作モード (当日公表)

###### ② モード動作中の機能

「テストモード」もしくは「動作モード」の各処理の実行中は、以下のような機能を持たせる。

1. SW1 のプッシュ操作によって、図 2 7 に従い制御プログラムの状態を遷移させる。
2. SW1 のプッシュ操作を行ってからモードの遷移が行われるまでに著しい遅れがないプログラムを制作すること。

なお、プッシュ操作とは、「スイッチを押して離す」操作を意味する。

## (2) LCD キャラクタモジュールに関する仕様

LCD の表示制御は、技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種用に開発された、以下のプログラムを使用することとする。

” lcdlib\_c18\_v04.c”

” lcdlib\_c18\_v04.h”

これらのプログラムは、事前配布している CD の” ¥C18\_Lcd\_Library” ホルダーに保存されている。プログラムの使用方法是、同じホルダーにある” lcdlib\_c18\_v04 利用の手引き.doc” に記述されているので、参照すること。

## (3) ドットマトリックス LED に関する仕様

①ドットマトリックス LED はダイナミック点灯方式で駆動し、LED の表示輝度に著しい差異やチラツキがないプログラムを作成する。

②LED に表示するデータ更新時間間隔が指定されている場合、その指定時間間隔との誤差を  $\pm 10\%$  以内とする。なお、その誤差は処理によって異なるが、原則として複数回のデータ更新時間の平均値で評価する。

③ドットマトリックス LED において、橙の点灯は赤と緑の LED を同時に点灯することを示す。

**LED のダイナミック点灯方式の表示制御については、  
PIC のタイマー割り込みの活用が望ましい。**

## (4) SW3(ロータリーエンコーダ)に関する仕様

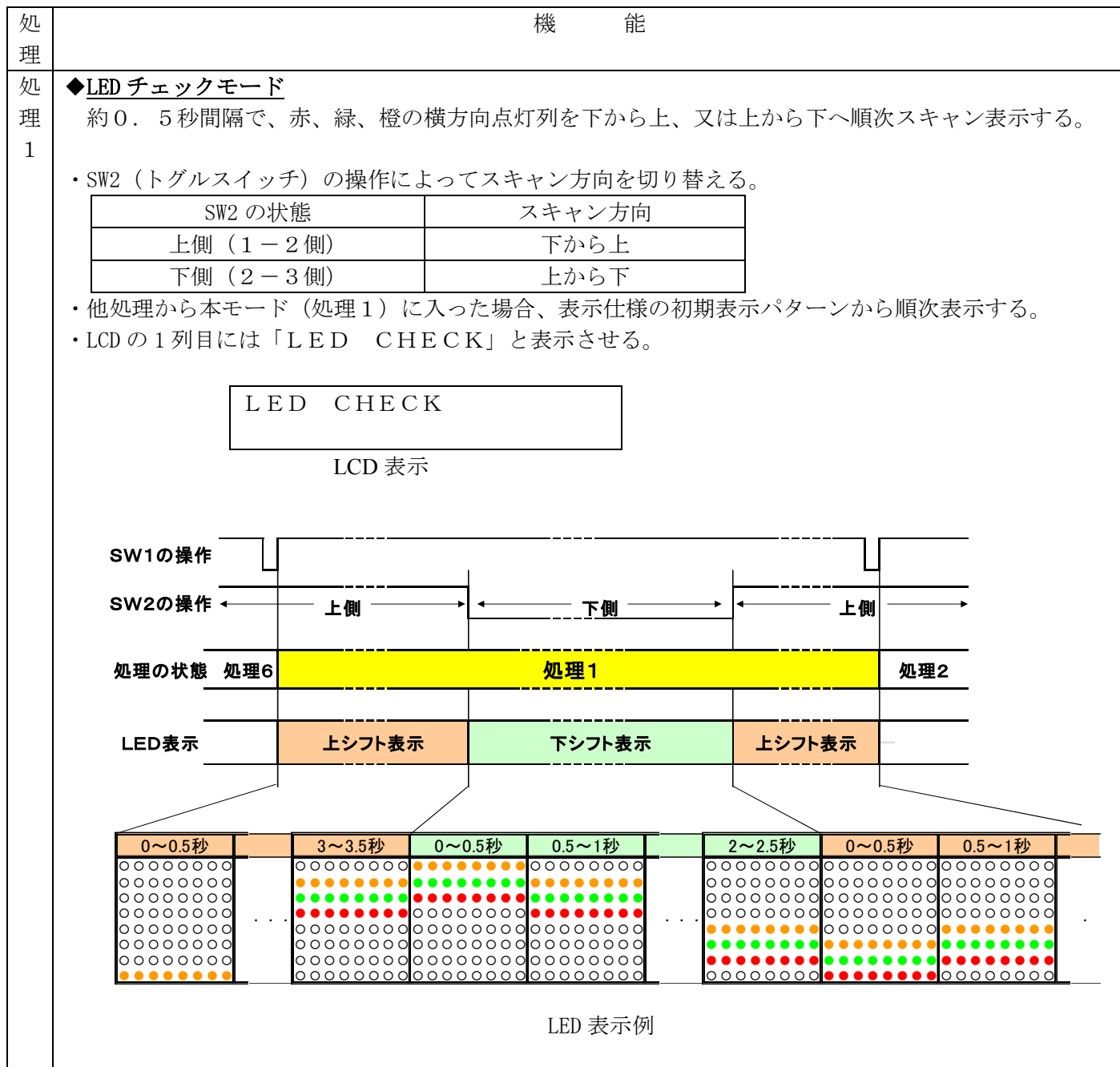
ロータリーエンコーダーの回転に伴う SW3 の状態変化によるプログラム処理は、「テストモード」および「動作モード」の各処理中であっても有効に機能すること。

**SW3(ロータリーエンコーダ)の状態変化の検出には、  
PIC の割り込み処理機能を使用することが望ましい。**

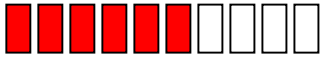
### 3. 2 制御プログラムの動作仕様

#### (1) テストモードの仕様

テストモードは SW1 のプッシュ操作によって、下表に示す6つの処理を切り替えて実行できるように構成すること。（「3. 1 制御プログラムの基本仕様」参照）



<p>処理 2</p>	<p>◆<u>ロータリーエンコーダチェックモード</u></p> <p>SW3（ロータリーエンコーダ）の回転に伴い、カウント値の増減を行い、LCDに表示する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロータリーエンコーダに搭載されているLEDは常に点灯させる。</li> <li>・回転方向とカウント値の増減の表は以下の通りとする。</li> </ul> <table border="1" data-bbox="240 344 1062 468"> <tr> <th>回転方向</th><th>カウントの増減</th></tr> <tr> <td>右回転</td><td>増加</td></tr> <tr> <td>左回転</td><td>減少</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>・LCDのカウント値は-20～20の範囲とする。</li> <li>・上記の範囲を超えるカウントはSW3を回転させても行わないようにする。</li> <li>・他処理から本モード（処理2）に入った場合、初期カウント値は0とする。</li> <li>・LCDの1列目には「ROTARY CHECK」と表示させる。</li> </ul> <div data-bbox="414 658 908 739"> <p>ROTARY CHECK COUNT: 15</p> </div> <p>LCD表示例（カウント値15の場合）</p>	回転方向	カウントの増減	右回転	増加	左回転	減少
回転方向	カウントの増減						
右回転	増加						
左回転	減少						
<p>処理 3</p>	<p>◆<u>ZigBee チェックモード</u></p> <p>ZigBee モジュール設定ボードと組立て基板との間でZigBeeによる無線通信を行い、ZigBee モジュール設定ボードと接続されたパソコン（PC）のキーボードから入力されたキャラクタをLCD上に表示する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・LCDの表示データは、キーボードで入力されたキーを表示させる。</li> <li>・PCから受信したデータはエコーバックを行いターミナル上にも表示させる。</li> <li>・文字の入力開始位置は2列目の1番左からとする。</li> <li>・1列目は常に「ZigBee CHECK」と表示させ、受信データは1列目に表示させない。</li> <li>・列の最後まで文字を入力した場合、列の1番左まで戻る。前回入力した文字が表示されている場合は上書きする。</li> <li>・キーを入力してからLCDに表示されるまでに著しい遅れが無いプログラムを作成する。</li> <li>・他処理から本モード（処理3）に入った場合、LCDの2行目には何も表示しない。</li> </ul> <div data-bbox="414 1379 908 1460"> <p>ZigBee CHECK JYAKUMONO 9th</p> </div> <p>LCD表示例 （「JYAKUMONO 9th」と入力した場合）</p>						

処理 4	<p>◆<b>A/D チェックモード</b></p> <p>VR2 で設定した電圧値を A/D 変換し、LCD 上に表示する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LCD への表示データは 10 ビットで A/D 変換した値とする。(0～1023)</li> <li>• 表示データは VR2 を右へ回すと大きく、左へ回すと小さくなるようにする。</li> <li>• LCD の表示更新に関しては著しい遅れが無いプログラムを作成する。</li> <li>• LCD の 1 列目には「A/D CHECK」と表示させる。</li> </ul> <div data-bbox="414 459 908 539" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">       A/D CHECK VR 2 = 6 7 8     </div> <p style="text-align: center;">LCD 表示例 (A/D 変換値が 678 の場合)</p> <p><b>注意) 本処理では、ジャンパスイッチ (JP1) の 2-3 間 (下側) にジャンパソケット (JS1)を挿入すること。</b></p>						
処理 5	<p>◆<b>ブザーチェックモード</b></p> <p>SW2 (トグルスイッチ) の向きによって、ブザーを 鳴らす／鳴らさないの制御を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SW2 の向きとブザー状態の表は以下の通りとする。</li> </ul> <table border="1" data-bbox="240 857 1062 981"> <tr> <th>SW2 の状態</th><th>ブザー状態</th></tr> <tr> <td>上側 (1-2 側)</td><td>鳴らす</td></tr> <tr> <td>下側 (2-3 側)</td><td>鳴らさない</td></tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>• VR3 を回すとブザー音が変化することを確認する。 (右へ回すと音が大きく、左へ回すと音が小さくなる)</li> <li>• LCD の 1 列目には「BUZZER CHECK」と表示させる。</li> </ul> <div data-bbox="414 1135 908 1216" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">       BUZZER CHECK     </div> <p style="text-align: center;">LCD 表示例</p>	SW2 の状態	ブザー状態	上側 (1-2 側)	鳴らす	下側 (2-3 側)	鳴らさない
SW2 の状態	ブザー状態						
上側 (1-2 側)	鳴らす						
下側 (2-3 側)	鳴らさない						
処理 6	<p>◆<b>外部 I/O チェックモード</b></p> <p>専用ケーブル (16P フラットケーブル) を CN1 と外部 I/O チェックボードに接続し、以下の動作を実現する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 外部 I/O チェックボード上の 2 つの LED が点灯する。</li> </ul> <p>次に、チェックボード上の可変抵抗で設定した電圧値が A/D 変換され、LCD およびチェックボード上のバーLED アレイに次のように表示される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LCD の 2 列目 1 行に A/D 変換した値が 11 段階 (Lv0～Lv10) で表示される。</li> <li>• LCD に 2 列目 6 行から、11 段階 (Lv0～10) のレベルに応じたバーグラフが表示される。</li> <li>• バーLED アレイにも 11 段階 (Lv0～10) のレベルに応じたバーグラフが表示される。</li> <li>• バーグラフは右に行くほど電圧レベルが大きいものとする。</li> <li>• 表示レベルは可変抵抗を右へ回すと大きく、左へ回すと小さくなる。</li> <li>• LCD の表示更新に関しては著しい遅れが無いプログラムを作成する。</li> <li>• LCD の 1 列目には「EXT I/O CHECK」と表示する。</li> </ul> <div data-bbox="414 1834 908 1915" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">       EXT I/O CHECK Lv 6 [■■■■■■■■■■]     </div> <div data-bbox="970 1821 1334 1917" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">LCD およびバーLED アレイ表示例 (A/D 変換レベルが Lv6 の場合)</p> <p><b>注意) 本処理では、ジャンパスイッチ (JP1) の 1-2 間 (上側) にジャンパソケット (JS1)を挿入すること。</b></p>						

(2) 動作モードの仕様

動作モードの仕様は競技大会当日に公表する。



### 3.3 プログラム記述の作法

#### (1) ガイドライン

##### ① 可読性（分かりやすい・読みやすいプログラムを制作する）

###### イ) ソースプログラムの読みやすさ

- ・原則として、1行に一つの文だけで記述する。
- ・インデント（段付）を用い読みやすくする。  
なお、インデントについては4文字程度（MPLAB では“Tab キー”一回分）が適当である。
- ・モジュール化（ソースコードの分割ファイル化）を用いてソースコードの記述を簡素化する。
- ・モジュール化する場合、そのレイアウトなどに統一性を持たせる。
- ・半角空白を用いてソースコードを読みやすくする。
- ・適切なコメント文を記述する。

###### ロ) 変数名、関数名の命名について

- ・関数や変数で扱う処理や値を的確に表す名詞や名詞句を用いる。
- ・命名のルールに一貫性を持たせる。
- ・関数名や変数名に語句の連結や分割を行う場合には、アンダースコアを用いる。

###### ハ) コメント文の記述について

- ・単純変数以外の配列や構造体・共用体など複雑なデータ構造を表すものは、その役割や構造などについてのコメントを記述する。
- ・処理を伴うマクロや関数には、個々にその機能や引数の意味などのコメントを記述する。

##### ② 保守性（改修しやすいプログラムを制作する工夫）

###### イ) マクロを用いた工夫

- ・定数はマクロを用い一箇所で定義する。

###### ロ) 文法上の工夫

- ・制御文は常に { } 付きの複文形式にする。
- ・switch 文の default は省略しない。
- ・配列の初期化リストの最後には、必ずカンマ (,) を付ける。
- ・プリプロセッサを用いて記号や定数を定義する。
- ・マクロの中での演算は、必ず ( ) で囲む。
- ・グローバル変数はできるだけ避ける。
- ・深いネスト構造は避ける。（ネストの深さは4以下が望ましい）

## (2) 記述例

- ① ソース 1 行に 1 文 (1 動作) の記述とする。

良い例	良くない例
<pre>int i; int j; int k = 0;</pre>	<pre>int i, j, k = 0;</pre>

- ② インデントと波括弧の使い方 (BSD スタイル準拠)。

良い例	良くない例
<pre>If ( 条件文 ) {     処理; } else {     処理; }  while ( 条件文 ) {     処理 1;     処理 2; }</pre>	<pre>If ( 条件文 ){     処理; } else {     処理; }  while ( 条件文 ){     処理 1;     処理 2; }</pre>

- ③ 空白の使い方。

良い例	良くない例
<pre>j = i++;  for (i = 0; i &lt; 10; i++)  If ( 条件文 )</pre>	<pre>j=i++;  for(i=0;i&lt;10;i++)  If(条件文)</pre>

- ④ プリプロセッサの例。

良い例	良くない例
<pre>#define SW1 PORTAbits.RA0 #define X_OUT LATB #define DATA 0x85  void main(void) {     if ( SW1 )     {         X_OUT = DATA;     } }</pre>	<pre>void main(void) {     if ( PORTAbits.RA0 )     {         LATB = 0x85;     } }</pre>

⑤ モジュール化の例。

良い例	良くない例
<pre> void main(void) {     処理 1;     test();        // 処理 3      処理 2;     test();        // 処理 3 }  void test(void) {     処理 3; } </pre>	<pre> void main(void) {     処理 1;     処理 3;      処理 2;     処理 3; } </pre>

⑥ ネストの例。

良い例	良くない例
<pre> void main(void) {     for ( 条件 1 )     {         for ( 条件 2 )         {             process();         }     } }  void process(void) {     If ( JP1 )     {         If ( JP2 )         {             for ( 条件 3 )             {                 処理;             }         }     } } </pre>	<pre> void main(void) {     for ( 条件 1 )     {         for ( 条件 2 )         {             If ( JP1 )             {                 If ( JP2 )                 {                     for ( 条件 3 )                     {                         処理;                     }                 }             }         }     } } </pre>

⑦ グローバル変数の例。

良い例	良くない例
<pre>void main(void) {     int count;      test();     count を用いたコード; }  void test(void) {     int count;      count を用いたコード; }</pre>	<pre>//グローバル変数 int count;  void main(void) {     test();     count を用いたコード; }  void test(void) {     count を用いたコード; }</pre>

## 4 組立て基板の動作試験の実施

組立て基板の製作が終了したと判断した場合、下記の手順に従って、組立て基板の動作試験を行う。  
(デバッグモードによる動作確認ではなく、PIC にプログラムを実際書き込み、動作試験を行うこと) 問題なく動作試験が完了したら、競技委員にその旨を申し出ること。

製作した組立て基板に明らかな不備が見つかり、その後の制御プログラムの制作に支障が予想され、製作済みの基板（選手が事前に製作して持参している組立て基板、或いは主催者側で製作した組立て基板）で制御プログラムを制作する方が良いと判断した場合、競技委員に申し出て、その指示に従うこと。

### [動作確認手順]

#### 準備からプログラム書き込み

- ① 「制御ボード」に各自が組立てた「組立て基板」を装着する。
- ② 「動作チェックプログラム」を「制御ボード」上の PIC18F4620 に書き込む。「動作チェックプログラム」とは、事前配布された CD に保存されているプログラムを示し、組立て基板の動作試験には、これ以外のプログラムを用いないこと。

#### 周辺機器のセットアップ

- ① ZigBee モジュール設定ボードとパソコンを USB ケーブルで接続する。”ZigBee モジュール設定ボード取り扱い説明書(テストモード).pdf”を参照すること。
- ② パソコンを起動し、ターミナルソフト（ハイパーターミナル、テラタームなど。テラターム v4.78 は、事前配布の CD に保存されている。）を立ち上げる。ターミナルソフトの通信設定は、以下のようにする。
  - ・ボーレート：9600 bps
  - ・データ：8 ビット
  - ・パリティ：なし
  - ・ストップビット：1 ビット
  - ・フロー制御：なし

#### 電源投入から動作確認および電源切断

- ① 「組立て基板」の押しボタンスイッチ(SW1)を押した状態で、「制御ボード」の電源スイッチを ON にし、その後 SW1 を開放する。
- ② 押しボタンスイッチ(SW1)のプッシュ操作により、テストモードの「処理 1」から「処理 6」が正常に動作するか確認する。詳細は「3. 1 制御プログラムの基本仕様」と「3. 2 制御プログラムの動作仕様 (1) テストモードの仕様」により動作を確認すること。
- ③ 「制御ボード」の電源スイッチを OFF にする。

#### ＜動作試験を行う前に、以下に示す組立て基板のパラメータをセットすること＞

- 1) 可変抵抗器(VR1)により、キャラクタ LCD ディスプレイの表示文字が容易に読み取れるようにコントラスト調整を行っておくこと。
- 2) ジャンパースイッチ(JP1)の 2-3 間（下側）にジャンパソケット(JS1)を挿入しておくこと。ただし、テストモードの処理 6 ではジャンパースイッチ(JP1)の 1-2 間（上側）にジャンパソケット(JS1)を挿入する。
- 3) ZigBee モジュール設定ボードを用いて、組立て基板と ZigBee モジュール設定ボードの ZigBee モジュールを次頁のように内部設定すること。設定方法の詳細については、”ZigBee モジュール設定ボード取り扱い説明書(テストモード).pdf”を参照すること。

組立て基板の ZigBee モジュール

- ①Baudrate：9600bps
- ②Dest. Addr(相手のアドレス):ZigBee モジュール設定ボード上の ZigBee モジュールの My Address
- ③動作モード：Peer-to-Peer モード

ZigBee モジュール設定ボードの ZigBee モジュール

- ①Baudrate：9600bps
- ②Dest. Addr(相手のアドレス)：組立て基板上の ZigBee モジュールの My Address
- ③動作モード：Peer-to-Peer モード

## 5 制御プログラムの動作試験の実施

制作した制御プログラム(テストモードと動作モードの両方を含むプログラム)を制御ボードの PIC に書き込み、以下の項目について、動作試験を行う。

### (1) テストモードの動作試験

競技仕様書(1)の「3.2(1) テストモードの仕様」に示される「処理1」、「処理2」、・・・が、仕様通りに動作するか確認する。

### (2) 動作モードの動作試験

競技仕様書(1)の「3.2(2) 動作モードの仕様」に示される「処理1」、「処理2」、・・・が、仕様通りに動作するか確認する。

## 6 作業の終了

本競技仕様書に示した「2 組立て基板の組立て」および「3 制御プログラムの制作」に係る作業が全て完了し、「4 組立て基板の動作試験の実施」および「5 制御プログラムの動作試験の実施」に示された動作試験が終了したならば、挙手にて競技委員に、その旨を知らせる。競技委員による作業終了の確認を受けたのち、以下の「成果物の提出に係る作業」を行うこと。

なお、競技時間内に当該作業が完了しなかった場合には、競技終了の合図で作業を中止し、終了時点での成果物を提出すること。

「成果物の提出に係る作業」

- ① 「課題提出用紙」に必要事項を記入する。
- ② 「荷札」に競技者番号と氏名を記入し、組立て基板の指定箇所に荷札を取付ける。
- ③ 支給した USB メモリに制作した制御プログラムのプロジェクト全体(ソースコードを含む)を下記のような名称のフォルダを作成し、格納する。

競技者番号：20 番

氏 名：若年 太郎



フォルダ名

: ¥20\_若年太郎¥

- ④ 制作した制御プログラムを制御ボードの PIC に書き込み、制御ボードの電源を切る。
- ⑤ 制御ボード、組立て基板などの成果物を、競技員が配布する用箋ばさみ(A3)に載せて、作業台の上に置く。(詳細は、競技会終了時に指示する。)
- ⑥ 制御プログラムのソースコード(ソースプログラム)を、主催者が用意したプリンタを用いてプリントアウトする。(印刷範囲については、競技委員の指示に従うこと。)
- ⑦ はんだごて、コンピュータシステムの電源を切る。
- ⑧ PIC ライタ、接続ケーブルなど制御ボードと CD 以外の全ての貸出し機器を貸し出した時の宅急便の箱に入れ、作業台の上に置く。
- ⑨ ①～⑧の作業が終了したら、速やかに競技エリアから退出する。

## 7 清掃・後片づけ

- ① 選手が競技エリアから退出した後、競技委員は選手が製作した組立て基板と制御ボードなどの成果物と PIC ライタ、ライターケーブル、AC アダプタなどの全貸出し物品を回収する。
- ② 全選手の物品回収が終了した後、競技委員の合図で競技エリアに入ることができる。選手、指導されている先生方は、『作業エリア』の清掃・後片づけ（搬出・発送など）を行うこと。なお、希望者に限り「制御ボード」、「PIC ライタ」、「ライターケーブル」、「AC アダプタ」などを競技会終了後に一定期間貸し出す。希望する場合は、この件に関して競技会でアナウンスするので、競技員の指示に従うこと。また、競技会で配布した競技仕様書他のドキュメントは、持ち帰ってもよい。