

第 6 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】 加速度データ処理回路の製作

- (1) 電子回路組立て基板の組立て
- (2) 制御プログラムの作成

【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 XP SP3 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用プログラム | 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 (PICkit2 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 |
| ・ USB メモリ | 1 個 |
| ・ 提出用紙、メモ用紙、荷札他 | 1 式 |
| ・ 加速度検出ボード (事前配布) | 1 枚 |
| ・ ZigBee モジュール設定基板 (事前配布) | 1 枚 |
| ・ ステッピングモータ基板 (事前配布) | 1 枚 |

【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。
- ・ 支給された部品・材料が「2.1(6) 組立て基板支給部品及び材料」のとおりであるか確認すること。
- ・ 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、その由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 加速度データ処理回路の概要
- 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
 - (2) 部品の取付け方法
 - (3) はんだ付け作業に関する仕様
 - 2.3 組立て基板の動作試験
- 3 制御プログラムの作成
 - 3.1 制御プログラムの基本仕様
 - (1) JP1（ジャンパスイッチ）の状態に関する仕様
 - (2) SW1（押しボタンスイッチ）の操作に関する仕様
 - (3) 表示に関する仕様
 - 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 加速度データ処理回路の動作試験
- 5 成果物の提出
- 6 清掃・後片づけ

1 加速度データ処理回路の概要

加速度データ処理回路は、「加速度検出ボード」、「電子回路組立て基板」、「制御ボード」と「ステッピングモータ基板」の4枚の電子回路基板で構成される。図1は、加速度データ処理回路のハードウェアブロック図を示す。

「加速度検出ボード」

3軸加速度センサーKXP84-2050 (Kionix) により、本ボードにはたらく加速度の三次元成分を検出し、そのデータを無線により送信する機能を有した電子回路基板。

「電子回路組立て基板」

「加速度検出ボード」から送信された加速度データの三次元成分を受信し、それらのデータの処理結果を出力する機能を有した電子回路組立て基板（以下「組立て基板」という）。

「制御ボード」

PIC マイコンを用いて組立て基板とステッピングモータ基板を制御する電子回路基板。

「ステッピングモータ基板」

加速度データの処理結果をステッピングモータの回転角度と回転方向として出力できる電子回路基板。

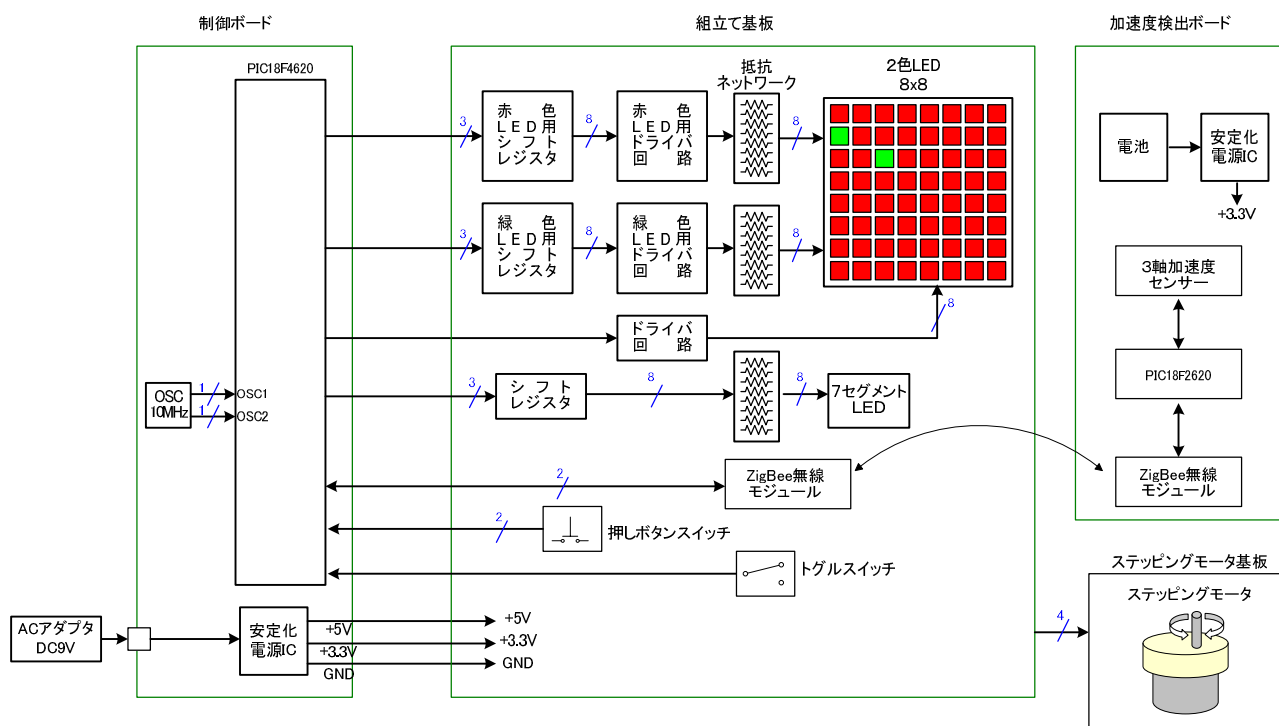


図1 加速度データ処理回路ハードウェアブロック図

<ZigBee 無線モジュールの内部設定>

競技参加者は、ZigBee モジュール設定基板により、加速度検出ボードと組立て基板の ZigBee モジュールを下記の内部設定にして、競技に参加すること。

加速度検出ボードの ZigBee モジュール

- ①Baudrate : 57600bps
- 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

組立て基板の ZigBee モジュール

- ①Baudrate : 57600bps
- ②Dest. Addr(相手のアドレス) : 加速度検出ボード上の ZigBee モジュールの My Address
- ③動作モード : Peer-to-Peer モード

<加速度検出ボードのマイコンプログラム>

加速度検出ボードのマイコンのプログラムは、In-Circuit Serial Programming (ICSP) により書き換え可能であるが、競技会では事前配布したときの状態（事前配布してある CD の“¥zigbee_send”ホルダー内のプログラム“zigbee_send.hex”）に戻しておくこと。

<加速度検出ボードの電源>

競技に使用する加速度検出ボードの電源は、オンボードの電池 006P を用いる。なお、電池 006P 1 個を競技前に支給する。また、競技前日に行う動作チェックプログラムのチェックの際にも、電池 006P 1 個を支給する。電池の消耗を防ぐため、必要の無いときには、加速度検出ボードの SW4 を Ext 側にすること。

<ステッピングモータ基板の取り扱い>

ステッピングモータ基板は、フラットケーブルを用いて組立て基板と接続する。ステッピングモータ基板の SW3 を、Connector（オート）側にして使用する。なお、DC ジャックには、AC アダプタを接続しないこと。

加速度検出ボード、ZigBee モジュール設定基板、ステッピングモータ基板の取扱いは、事前配布している「加速度検出ボード取り扱い説明書」、「ZigBee モジュール設定基板取り扱い説明書」、「ステッピングモータ基板取り扱い説明書」を参照すること。

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組立て、
- 「2.3 組立て基板の動作試験」に沿って動作試験を行う。

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。

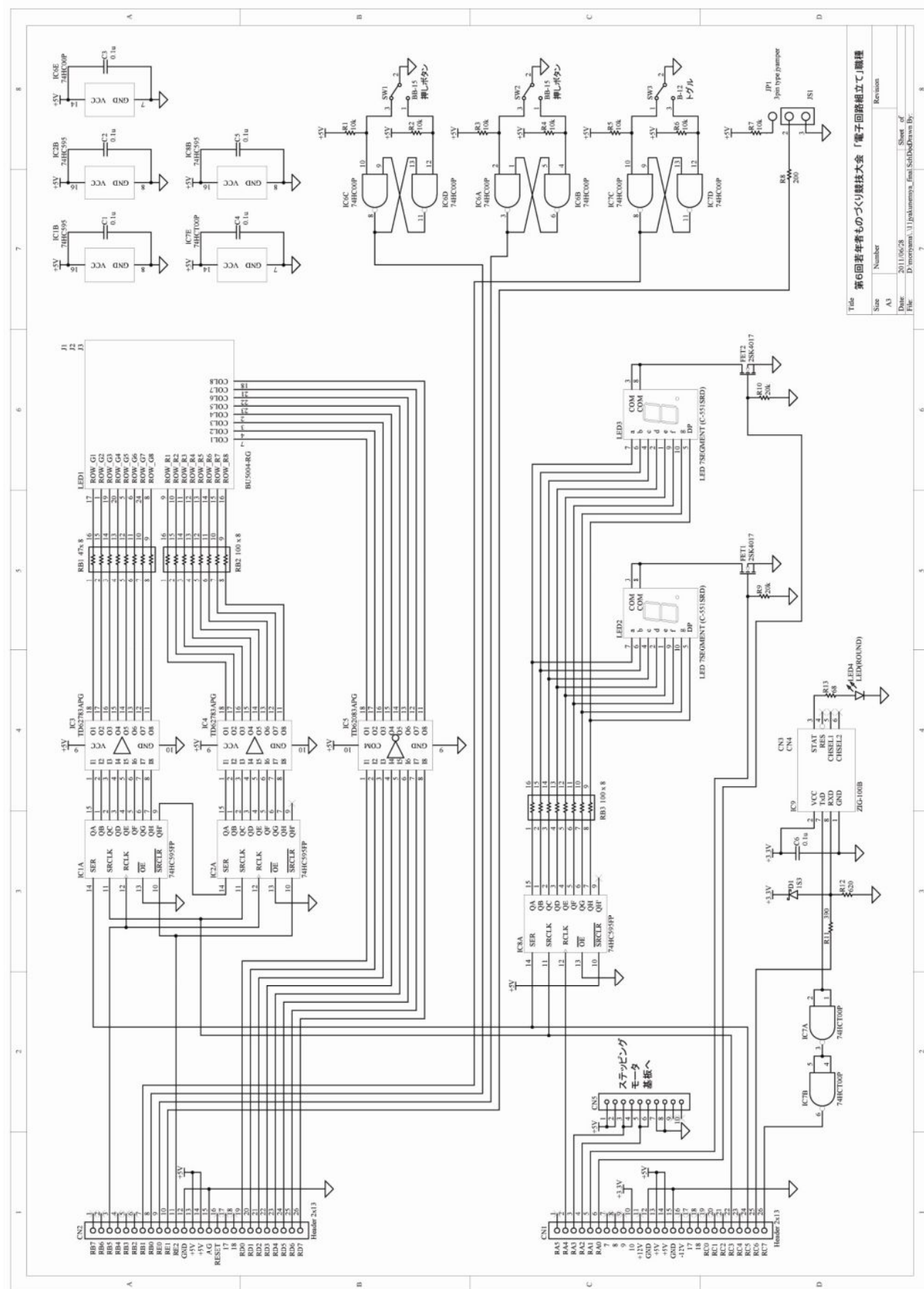
なお、組立て基板の組立てに手間取り、当該ボードを制御するプログラムを作成する時間的余裕がないと判断したとき、あるいは、組立てた当該ボードが正常に動作しなくて、当該ボードを制御するプログラムの作成が困難になると判断した場合には、競技委員にその旨を申し出ること。

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) 支給部品および材料

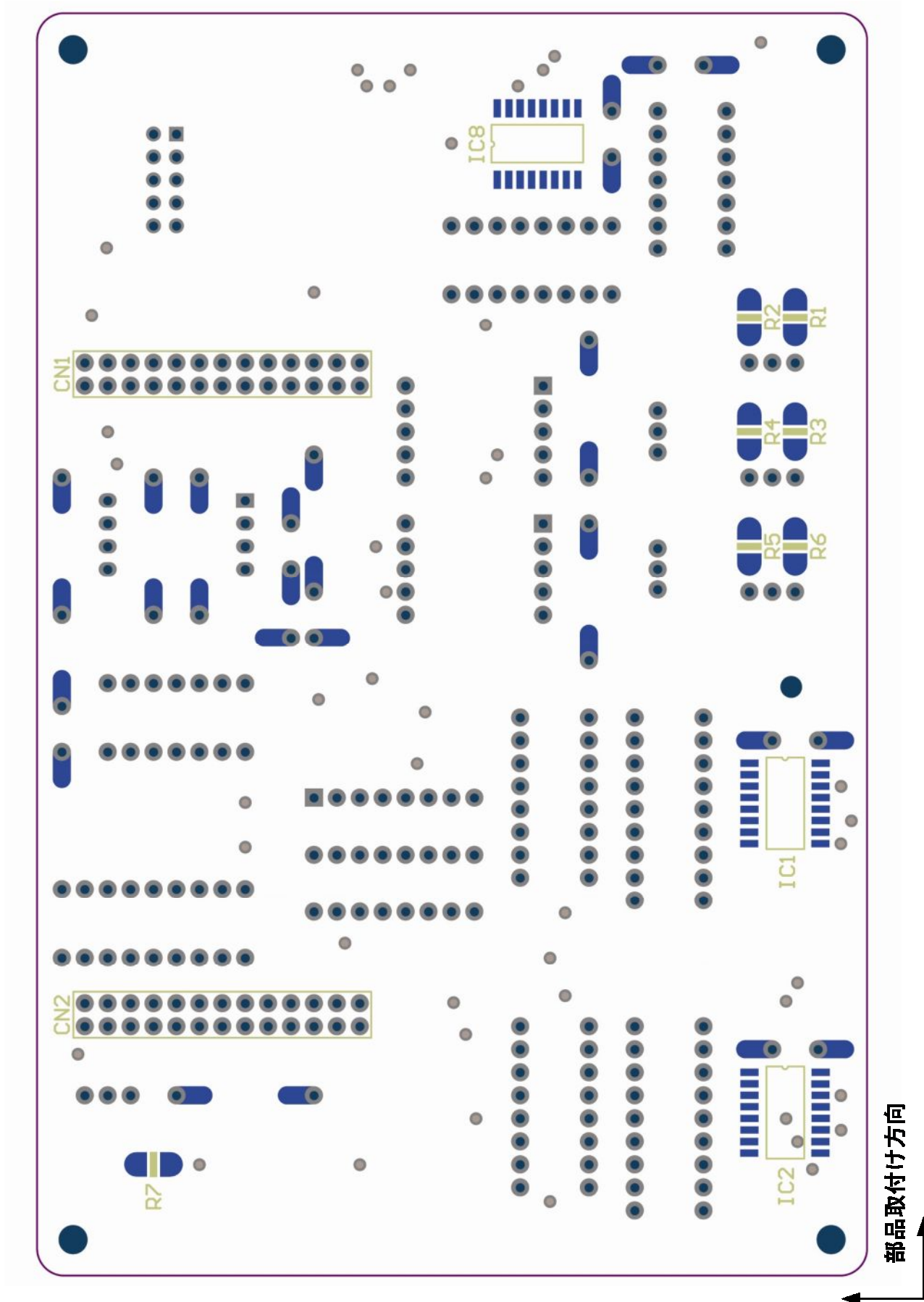
2.1 (1) 組立て基板回路図



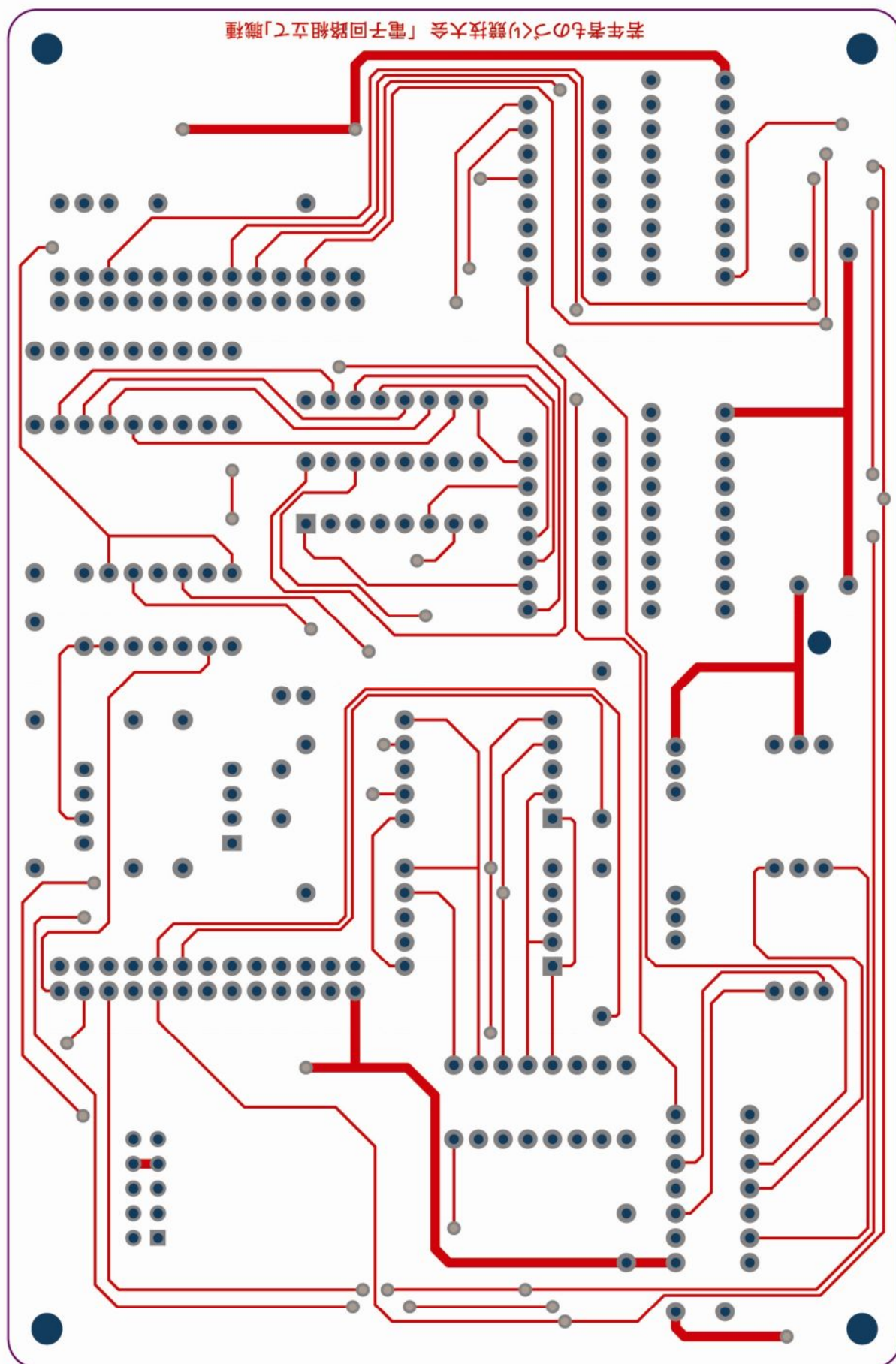
若年者ものづくり競技大会「電子回路組立て」職種

部品取付け方向

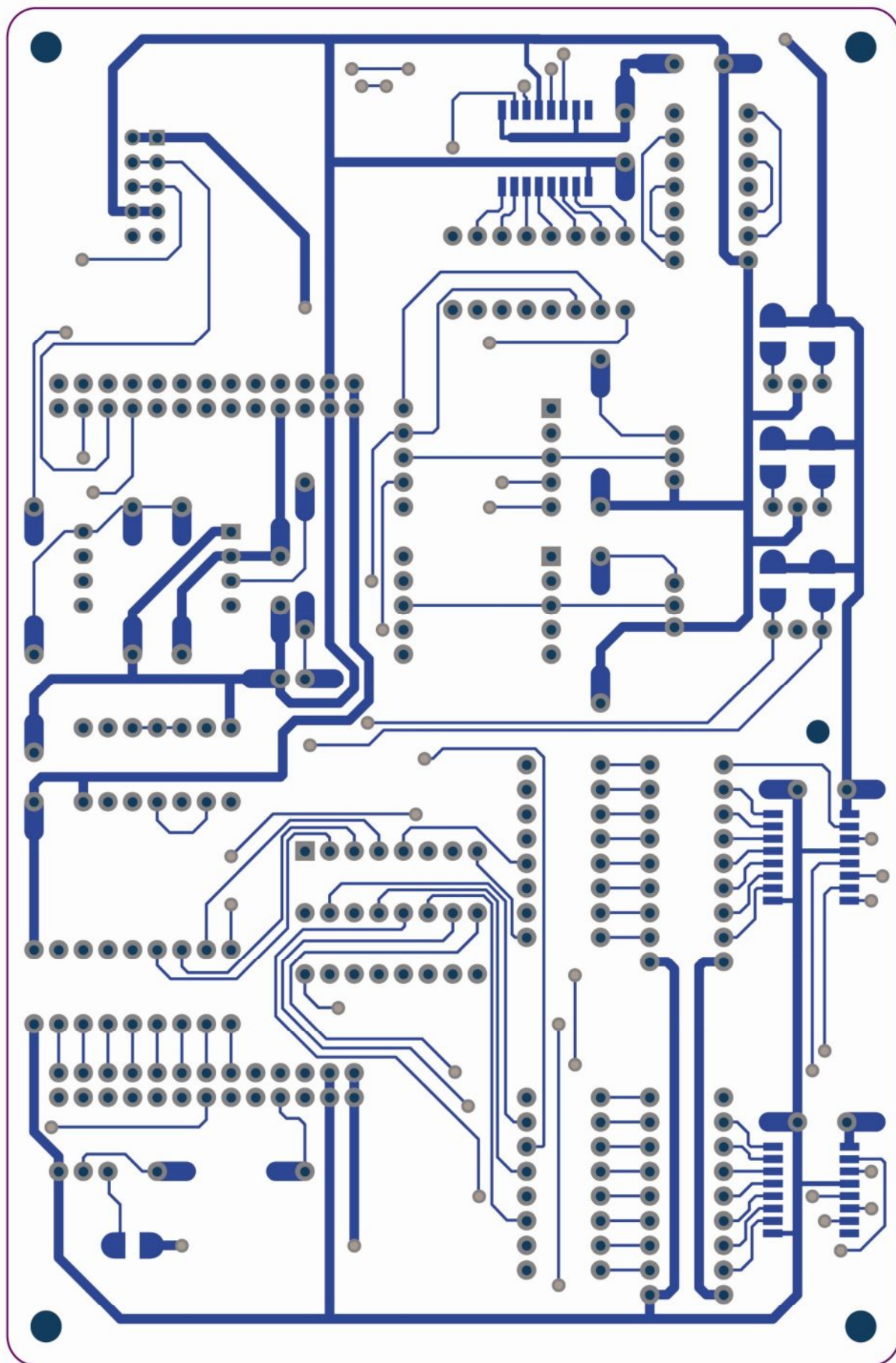
2.1 (3) 組立て基板部品配置図 (裏面)



2.1 (4) 組立て基板配線パターン図 (表面)



2.1 (5) 組立て基板配線パターン図 (裏面)



2.1 (6) 組立て基板支給部品及び材料

通し番号	部品記号	品名	定格・型式	メーカー名	数量	備考	データシート
1	IC1,2,8	8ビットシフトレジスタ	TC74HC595AF(F) [RS型 番541-9421]	東芝 RSコンポーネンツ	3	SOP IC	○
2	IC3,4	8ch高耐圧ソースドライバ	TD62783APG [RS型 番693-9358]	東芝 RSコンポーネンツ	2	DIP IC	○
3	IC5	8chダーリントンシンクドライバ	TD62083APG [RS型 番693-9342]	東芝 RSコンポーネンツ	1	DIP IC	○
4	IC6	Qaud 2-Input NAND Gates	TC74HC00AP [RS型 番539-9204]	東芝 RSコンポーネンツ	1	DIP IC	○
5	IC7	Qaud 2-Input NAND Gates(TTL Input)	TC74HCT00AP [RS型 番639-4686]	東芝 RSコンポーネンツ	1	DIP IC	○
6	IC9	ZigBee	ZIG-100B	ベストテクノロジー	1		○
7	LED1	2色(赤・緑)LEDドットマトリクス(8×8)	BU5004-RG [通販コードI-00889]	スタンレー 秋月電子通商	1		○
8	LED2,3	7セグメント数値表示器	C-551SRD [通販コードI-00640]	PARALight 秋月電子通商	2		○
9	LED4	発光ダイオード 赤色	OSDR5113A [通販コードI-00624*100個入り]	OptoSupply Limited	1		○
10	FET1,2	パワーMOS電界効果トランジスタ	2SK4017(Q) [RS型 番185-580]	東芝 RSコンポーネンツ	2		○
11	C1~6	積層セラミックコンデンサ 0.1μF/50V	RPEF11H104Z2K1A01B 相当品	村田製作所	6		○
12	R1~7	角型チップ抵抗器 10kΩ(3226サイズ)	RK73B2ETTD103J 相当品	KOA	7		○
13	R8	炭素皮膜抵抗器 200Ω 1/4W±5%	CF 1/4C 201J 相当品 [RS型 番475-6454]	KOA RSコンポーネンツ	1		○
14	R9,10	炭素皮膜抵抗器 20kΩ 1/4W±5%	CF 1/4C 203J 相当品 [RS型 番475-6779]	KOA RSコンポーネンツ	2		○
15	R11	炭素皮膜抵抗器 390Ω 1/4W±5%	CF 1/4C 391J 相当品 [RS型 番475-6505]	KOA RSコンポーネンツ	1		○
16	R12	炭素皮膜抵抗器 620Ω 1/4W±5%	CF 1/4C 621J 相当品	KOA RSコンポーネンツ	1		○
17	R13	炭素皮膜抵抗器 68Ω 1/4W±5%	CF 1/4C 680J 相当品 [RS型 番475-6375]	KOA RSコンポーネンツ	1		○
18	RB1	DIP型抵抗ネットワーク 47Ω×8	898-3-R47	BI technologies	1		○
19	RB2,3	DIP型抵抗ネットワーク 100Ω×8	898-3-R100	BI technologies	2		○
20	D1	ショットキーダイオード	1S3 [通販コードI-01707]	PANJIT 秋月電子通商	1		○
21	J1~3	シングルラインソケット(マトリクスLED用)	PM-1(8ピン切断支給)	マックエイト	3		○
22	CN1,2	ピンヘッダ(オス) 26P(2×13)	[通販コードC-00079]	秋月電子通商	2		
23	CN3,4	ZIG-100B用ソケット			2		
24	CN5	ピンヘッダー(アングル) 10P	HIF3F-10PA-2.54DS(71) [通販コード:FF-5183-0521]	ヒロセ電機 チップワンストップ	1		○
25	JP1	ディップショートプラグ 1列プラグ 3極切断	DSP03-003-432G	KEL	1		○
26	JS1	ディップショートプラグ ソケット 黒	DSP01-002-432G-0	KEL	1		○
27	SW1,2	押しボタンスイッチ 単極双投 操作部ボタンつき	BB-15AP(AT-475Wつき)	日本開閉器	2		○
28	SW3	トグルスイッチ 単極双投	B-12AP	日本開閉器	1		○
29	PB1	専用プリント板		P板.com	1		
30		鉛フリーはんだ(やに入り) Sn-3.0Ag-0.5Cu 1m	SPARKEL ESC F3 M705 φ0.6	千住金属	1		○
31		鉛フリーはんだ(やに入り) Sn-3.0Ag-0.5Cu 3m	SPARKEL ESC F3 M705 φ0.8	千住金属	1		○
32		絶縁チューブ(イラックスチューブ) 黄 5cm	IRRAXTUBE A 1×0.3×500m	住友電工	1		

(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。

(注意2) 通し番号6、ZigBee、ZIG-100B(ベストテクノロジー)は、支給しない。事前に貸し出している ZigBee モジュール設定基板に載っている同部品を使用すること。

2.2 部品取付け仕様

(1) 部品の取付け方向

- ① 部品は、部品配置図の表面および裏面をそれぞれ正面に見て、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 炭素皮膜抵抗器は、カラーコードが、下から上、左から右の方向（2.1（2）および（3）に示した矢印の方向）に読めるように取付ける。（チップ抵抗器も同様とする。）
- ⑤ 押しボタンスイッチ（SW1、SW2）、およびトグルスイッチ（SW3）の取付け方向は、図2のように形名表示側が右側に向くように取付ける。

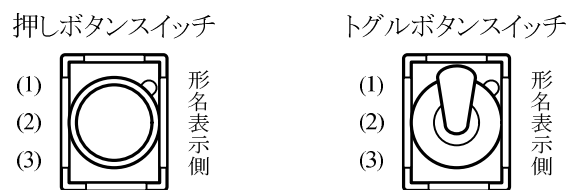


図2 スイッチの取付け方向

- ⑥ ショートプラグ（JP1）に差し込むショートソケット（JS1）は、図3の向きとする。

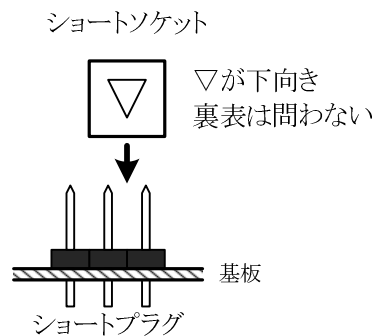


図3 ショートソケットの取付け方

(2) 部品の取付け方法

- ① 炭素皮膜抵抗器（R8～R13）、ダイオード（D1）は、プリント基板にほぼ密着させて取付ける。
- ② DIP型IC（IC3～IC7）、電界効果トランジスタ（FET1、FET2）、積層セラミックコンデンサ（C1～C6）、抵抗ネットワーク（RB1～RB3）、シングルラインソケット（J1～J3）は、端子の止まりまで差し込む。浮き上がり限度を図4に、傾き限度を図5に示す。

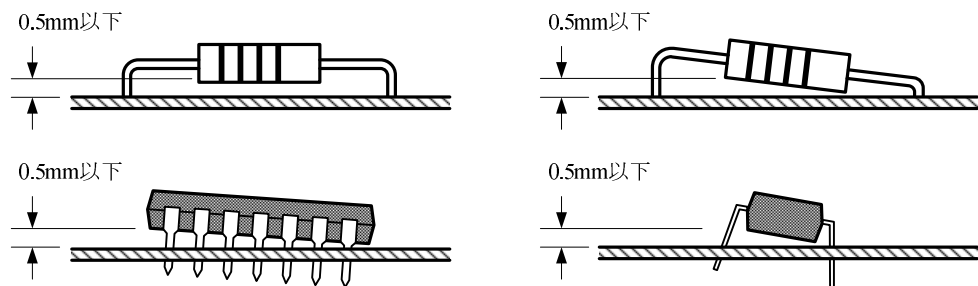


図4 部品の取付け方（浮き上がり限界）

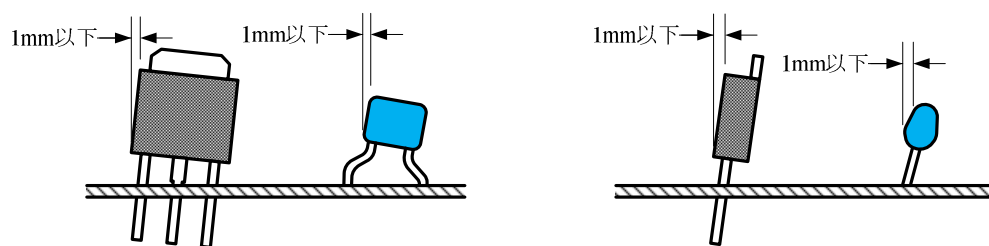


図5 部品の取付け方（傾き限界）

- ③ 7セグメントLED（LED2、LED3）、スイッチ（SW1～SW3）、ショートプラグ（JP1）、ピンソケット（CN3、CN4）、ピンヘッダ（CN5）など、底面に突起がある部品の浮き上がり限度は、図6のように突起や挿入止めの先端からの寸法とする。

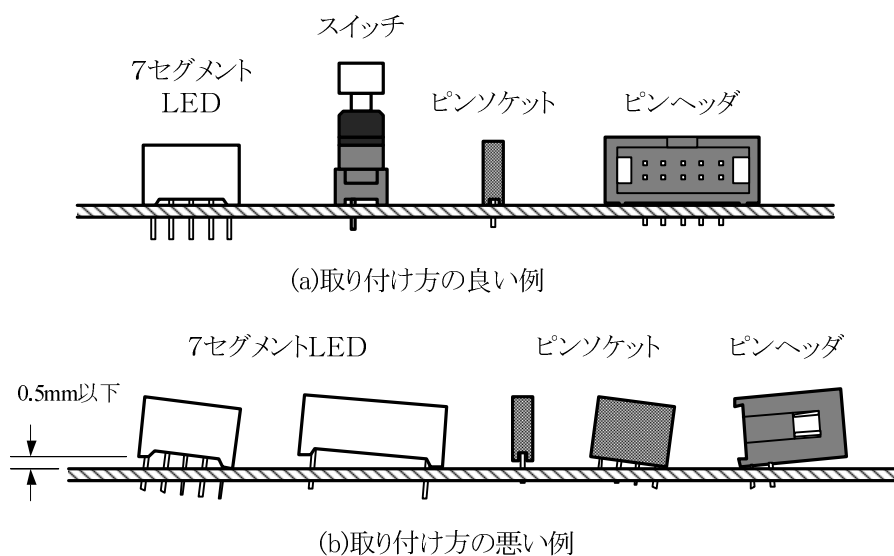


図6 底面に突起がある部品の取付け方（浮き上がり限界）

- ④ 炭素皮膜抵抗器（R8～R13）、ダイオード（D1）は、左右のリードをバランスよく取付け、図7のように部品に無理な力が加わらないよう取付ける。



図7 抵抗器の取付け方（悪い例）

- ⑤ 発光ダイオード（LED4）は、図8のようにリードに絶縁チューブをかぶせ取付ける。基板から部品下端までの高さは、5～8mmとする。

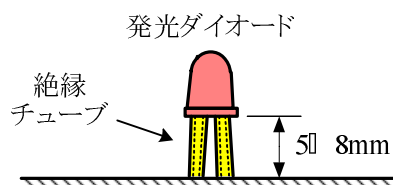


図8 基板から浮かせて付ける部品の取付け方

- ⑥ 炭素皮膜抵抗器（R8～R13）、積層セラミックコンデンサ（C1～C6）、ダイオード（D1）、発光ダイオード（LED4）のリードは、プリント基板に挿入した後、はんだ面にほぼ密着（部品に無理な力が加からないように）してランドの長手方向に折り曲げる。リードの切断位置や折り曲げ方向は、図9に示すように処理する。

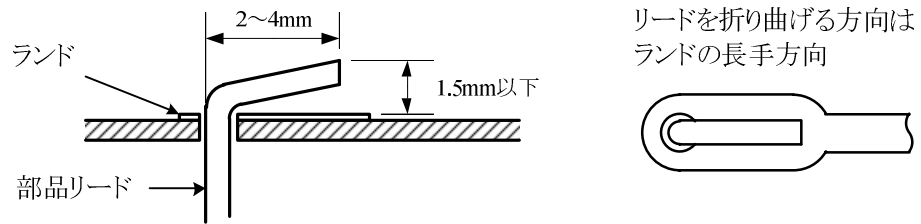


図9 部品リードの折り曲げ

- ⑦ 電界効果トランジスタ (FET1、FET2) は、リードを折り曲げずに取付ける。リードの突き出し寸法は $0.5\sim 2.5\text{mm}$ とし、 2.5mm を超えるものは切断する。

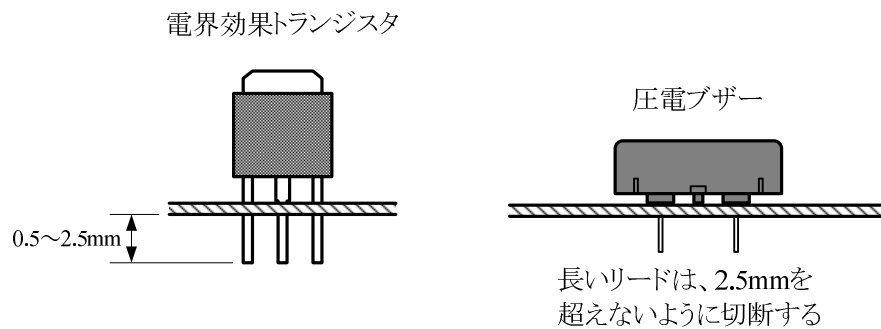


図10 リードの突き出し寸法

- ⑧ 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。
- ・ IC (IC3~IC7)
 - ・ 7セグメント LED (LED2、LED3)
 - ・ 抵抗ネットワーク (RB1~RB3)
 - ・ シングルラインソケット (J1~J3)
 - ・ 押しボタンスイッチ (SW1、SW2)
 - ・ トグルスイッチ (SW3)
 - ・ ショートプラグ (JP1)
 - ・ ピンヘッダ (CN1、CN2、CN5)
 - ・ ピンソケット (CN3、CN4)
- ⑨ 組立て基板を制御ボードに差し込むためのピンヘッダ (CN1、CN2) は、裏面から取付け、表面のランドをはんだ付けする。
- ⑩ チップ抵抗器 (R1~R7) は、図11(a)に示すように取付け、図11(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12に示す範囲内となるよう取付ける。

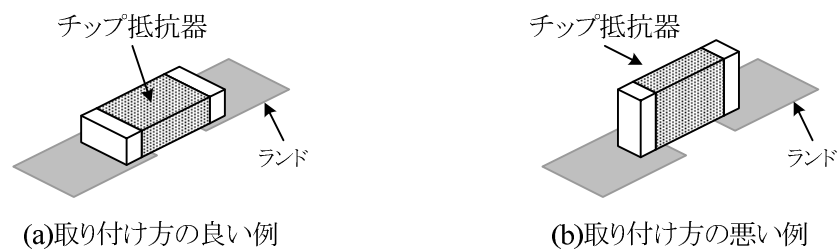


図11 チップ抵抗器の取付け方

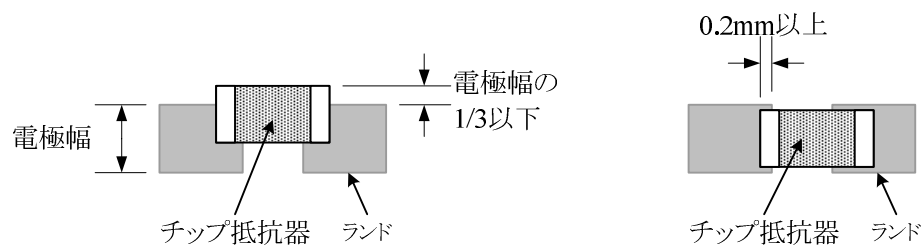


図 1 2 ランドに対するチップ抵抗器の位置ずれ

- ⑪ SOP IC (IC1、IC2、IC8) は、ランドとの位置ずれが図 1 3 (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 3 (b)に示すようにランド間のほぼ中央に取付ける。

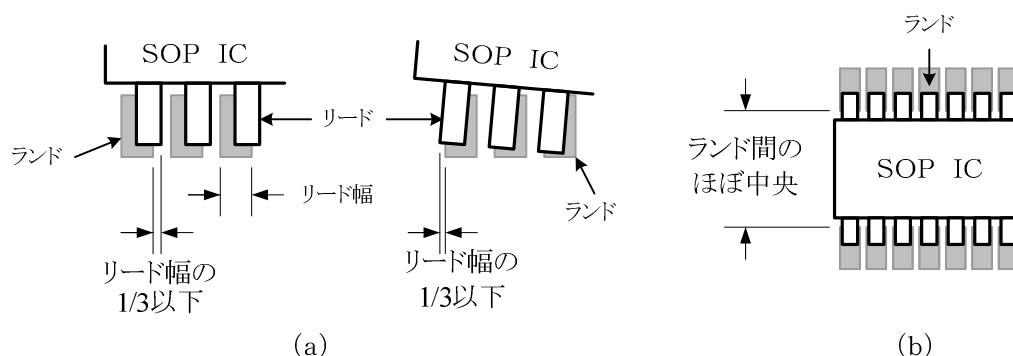


図 1 3 SOP IC の取付け方

- ⑫ マトリクス LED (LED1) は、1 番ピンが左上になる向きにシングルラインソケットに差し込む。図 1 4 のように LED 上面の高さが、プリント基板から 12mm 以下であること。また、LED 面の保護膜は、シングルラインソケットに装着後にはがしておくこと。

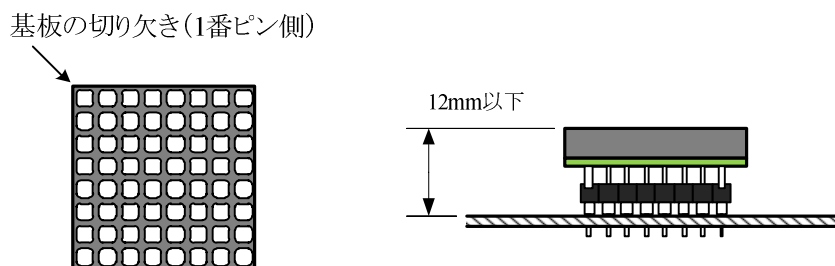


図 1 4 マトリクス LED の取付け方

- ⑬ ZigBee モジュール基板 (IC9) は、ピンソケット (CN3、CN4) 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。

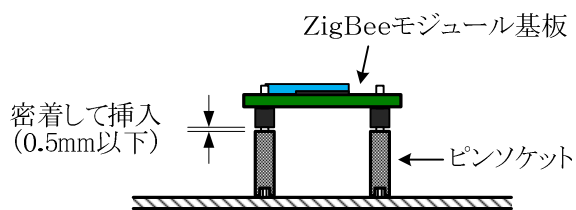


図 1 5 ZigBee モジュール基板の取付け

(3) はんだ付け作業に関する仕様

- 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 プリント基板のランドを剥離させないこと。
 - ③ はんだ付け時の熱などで、部品が破損しないこと。
 - ④ はんだ付けが不要な箇所には、はんだを付けないこと。
 - ⑤ ランドのないところで部品リードを接続しないこと。
 - ⑥ チップ部品の電極食われや、破損をさせないこと。
 - ⑦ 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。
 - ⑧ 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 1 6 に挿入部品の、図 1 7 にチップ抵抗器の、図 1 8 に SOP IC のはんだ付け基準をそれぞれ示す。

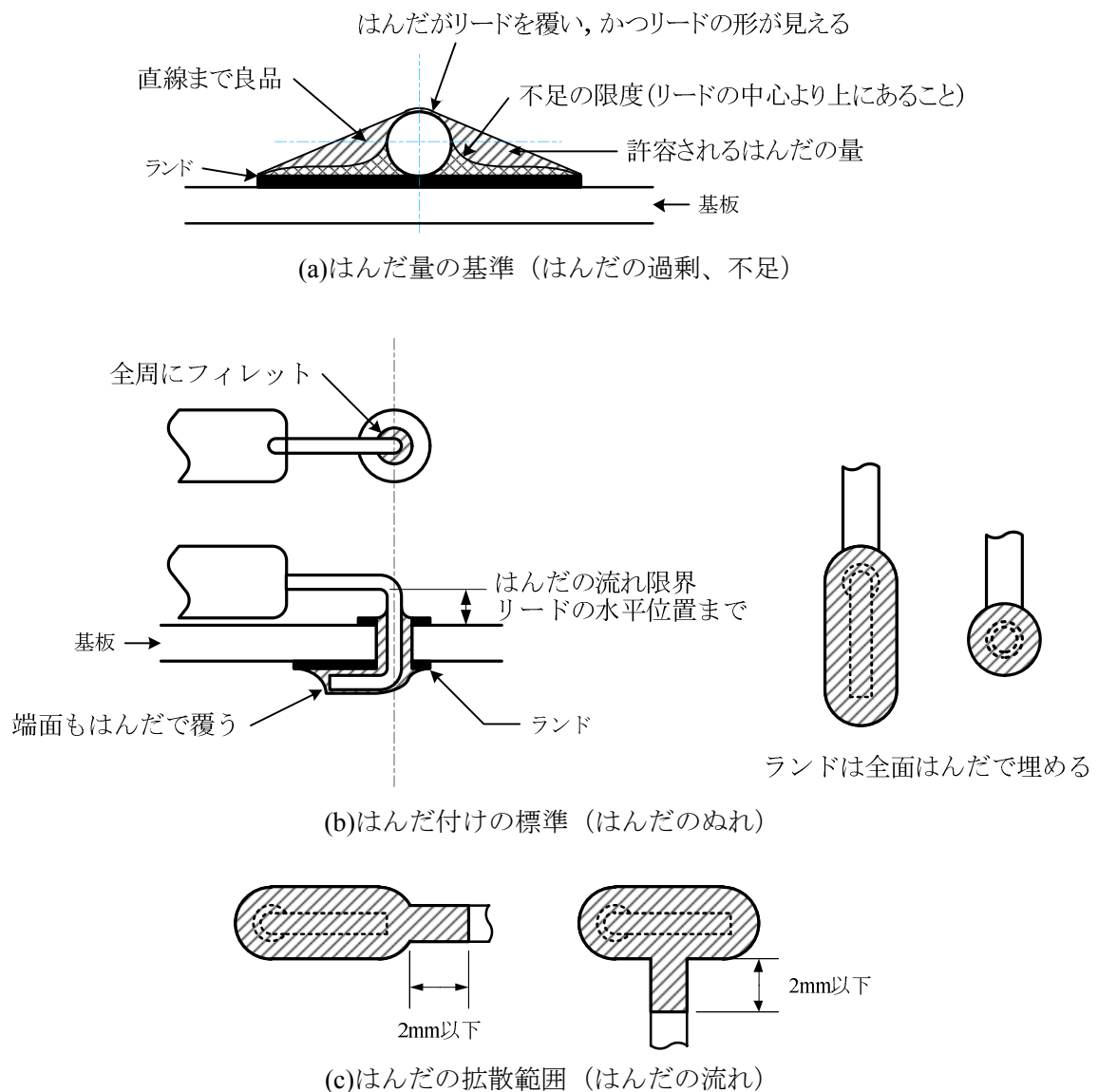
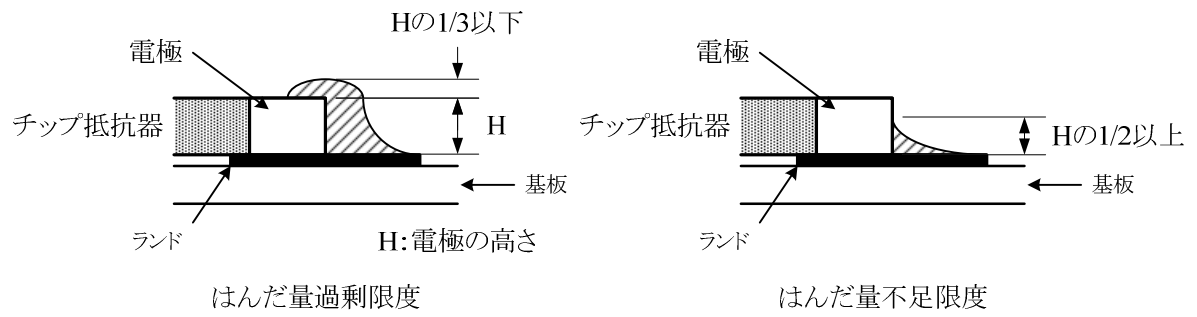
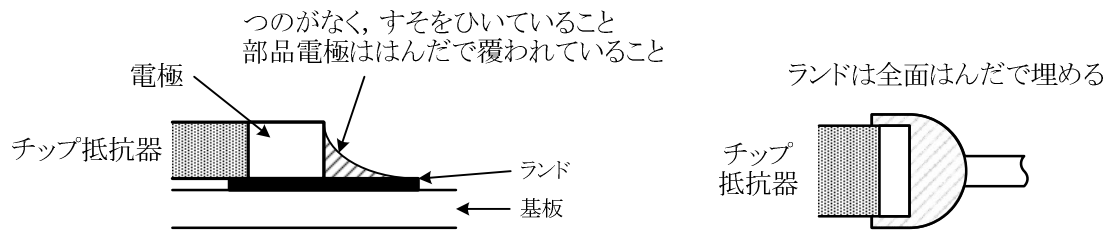


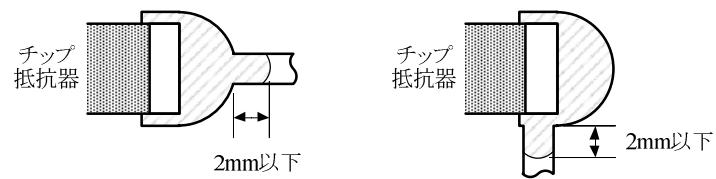
図 1 6 挿入部品のはんだ付け基準



(a)はんだ量の基準（はんだの過剰、不足）

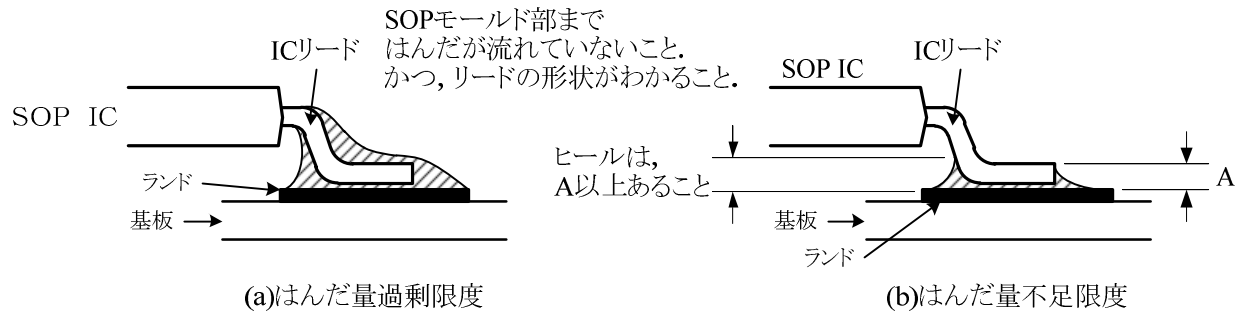


(b)はんだ付けの標準（はんだのぬれ）

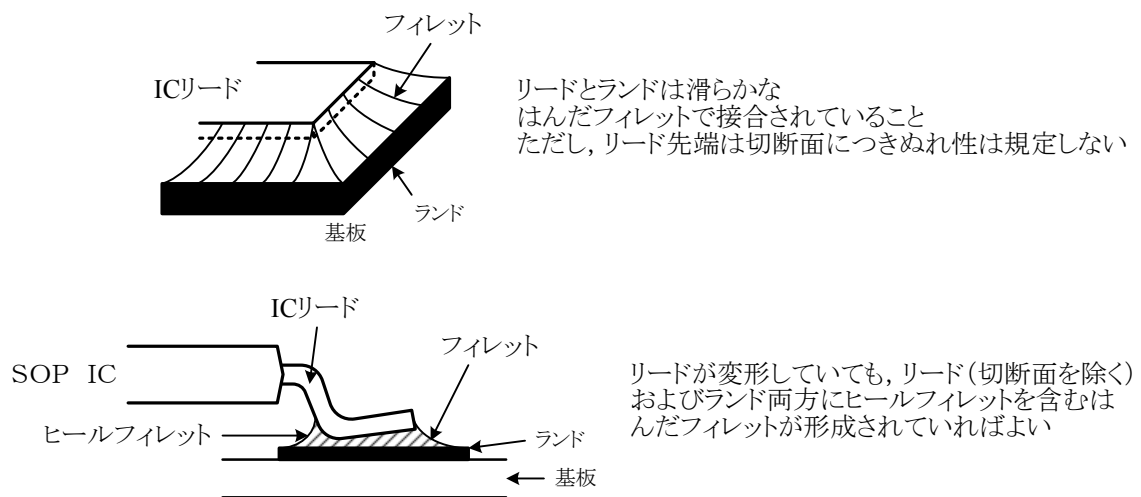


(c)はんだの拡散範囲（はんだの流れ）

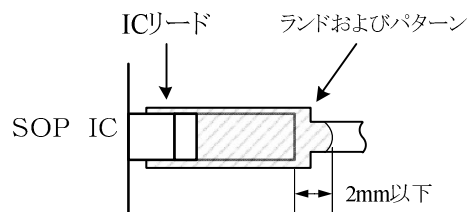
図 1 7 チップ抵抗器のはんだ付け基準



(a)はんだ量の基準（はんだの過剰、不足）



(b)はんだ付けの標準（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 1 8 SOP IC のはんだ付け基準

2.3 組立て基板の動作試験

「動作チェックプログラム」を、制御ボードの PIC に書込み、制御ボードに組立てた組立て基板を装着し、動作をチェックする。

「動作チェックプログラム」とは、「**3.1 制御プログラムの基本仕様**」に基づいて作成したもので、図 19「制御プログラムの遷移図」の競技当日提示する「動作モード」の「処理 1、処理 2、処理 3」以外のプログラム部分を指す。

[動作確認手順]

準備からプログラム書込み

- 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 「ステッピングモータ基板」と「組立て基板」をフラットケーブルで接続する。
- ③ 各自で作成した「動作チェックプログラム」を「制御ボード」上の PIC18F4620 に書込む。

電源投入から動作確認および電源切断

- ① 「組立て基板」のジャンパスイッチ(JP1)の 1-2 間（下側）にジャンパソケット(JS1)を挿入する。
- ② 「制御ボード」の電源スイッチを ON にする。
- ③ 「加速度検出ボード」の電源スイッチを ON にする。(SW4 を Ext 側から Int 側にする)
- ④ 「制御ボード」と「加速度検出ボード」それぞれのリセットスイッチを押して放す。(PIC をリセットする)
- ⑤ 「組立て基板」上の SW1、SW2、SW3 を操作し、テストモードの「処理 1」、「処理 2」、および「処理 3」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
なお、処理 3 においては、「加速度検出ボード」を傾けることによって、加速度データが変化することも確認する。
- ⑥ 「制御ボード」、「加速度検出ボード」、それぞれの電源スイッチを OFF にする。

3 制御プログラムの作成

3.1 制御プログラムの基本仕様

回路全体を制御する制御ボード用プログラムの基本仕様を以下に示す。

なお、以下の記述中の部品記号などについては、「2.1 (1) 組立て基板回路図」などを参照すること。

(1) JP1 (ジャンパースイッチ) の状態に関する仕様

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後) に、JP1 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。

JP1 設定 (JS1 位置)	実行されるモード
1-2 間 (下側)	テストモード (事前公表)
2-3 間 (上側)	動作モード (当日公表)
(注意) 動作モードの処理内容は競技会当日に公表します。	

(2) SW1 (押しボタンスイッチ) の操作に関する仕様

- ① SW1 のプッシュ操作によって、図 1 9 に従い制御プログラムの状態を遷移させる。
- ② プッシュ操作は、「テストモード」および「動作モード」の各処理(処理 1・処理 2・処理 3)中であっても有効に機能すること。

なお、プッシュ操作とは、「スイッチを押す」操作を意味する。

SW1 のプッシュ操作の検出には、PIC 割り込み処理機能を使用せず、スイッチ状態の常時監視が望ましい。

(3) 表示に関する仕様

- ① ドットマトリクス LED や 7 セグメント 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。
- ② LED 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±10%以内とする。なお、その誤差は処理 1～3 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 ドットマトリクス LED の制御には SPI 通信を使用すること。
- ④ ドットマトリクス LED において、橙色は赤と緑の LED を同時点灯したものとする。

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。

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、以下に示す三つの処理を“処理1”→“処理2”→“処理3”の順に切り替えて実行する。(「3.1 制御プログラムの基本仕様」参照)

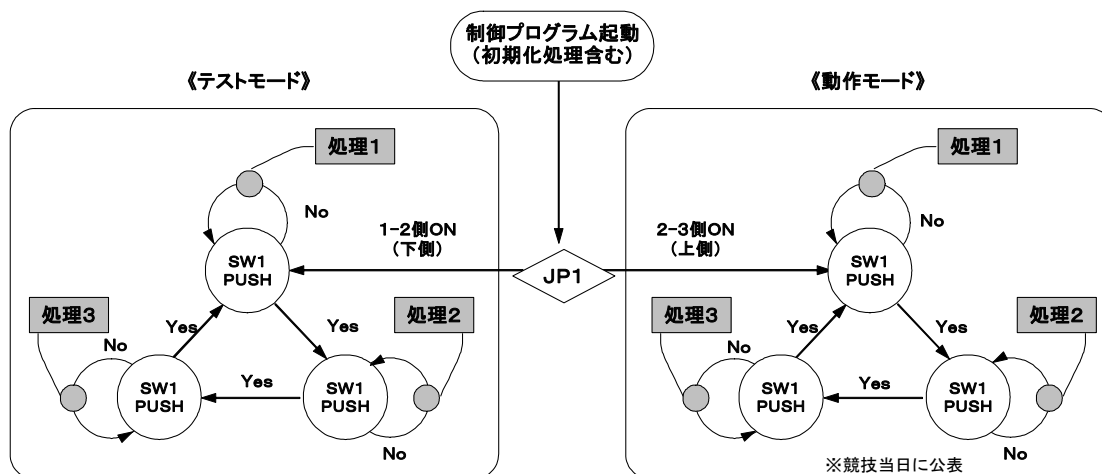


図 1 9 制御プログラムの状態遷移図

【処理1】LED チェックモード

SW3 の状態により、ドットマトリクス LED の表示を切り替える。

- SW3 が下側の場合、右シフト表示とし、ドットマトリクス LED 上に、赤、緑、橙の縦方向点灯列を左から右へ順次シフト表示する。更新間隔は約 0.5 秒とせよ。
また、SW3 を上側に切替えることでシフト方向が左シフトに変わるようにする。(図 2 0 (A) (B) を参照)
- 処理 3 から LED チェックモード (処理 1) に入った場合は、図 2 0 (A)、(B) に示す初期表示パターンから順次表示する。
- SW3 を切り替えた際は、そのときの表示を保持し、次のスキヤンのタイミングで逆方向に移動させる動作とする。(図 2 0 (C) を参照)
- 処理 1 動作中、SW2 は無効とする。

【処理2】ステッピングモータ制御モード

ステッピングモータの速度制御を行う。

- 処理2へ移った時、7セグメントLEDは初期値として「.0」を表示し、ステッピングモータは停止しているものとする。
- SW2を押すたびに、表示は「.0」から「.1」、「.2」、「.3」、「.4」、「0.」、「1.」、「2.」、「3.」、「4.」と変化する。
また、SW3を上側にする事でSW2を押した時の変化方向が逆になる。SW1、SW2、SW3と表示の関係を図2 1 (A)に示す。
- 表示と連動して、ステッピングモータの回転速度と回転方向が変化する。「0」の停止状態からSW2を押すたびに、図2 1 (B)で示す速度と方向で回転し、一連の動作を繰り返す。
また、SW3が上側のときは逆順で動作する。表示と回転速度、回転方向の関係を図2 1 (B)に示す。

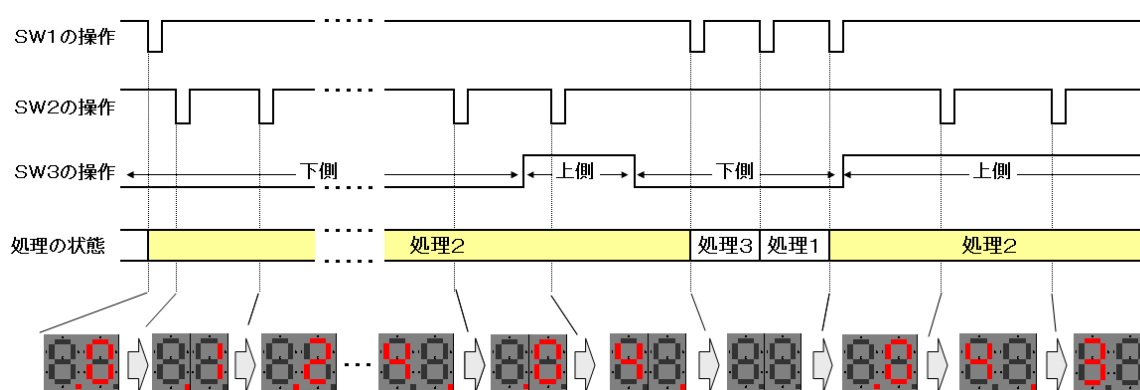


図2 1 (A) 7セグメントLEDの変化

変化方向	<div>SW3下側 →</div> <div>SW3上側 ←</div>									
表示										
回転方向	CW方向					CCW方向				
回転速度	停止	10 [パルス/秒]	50 [パルス/秒]	80 [パルス/秒]	150 [パルス/秒]	停止	10 [パルス/秒]	50 [パルス/秒]	80 [パルス/秒]	150 [パルス/秒]

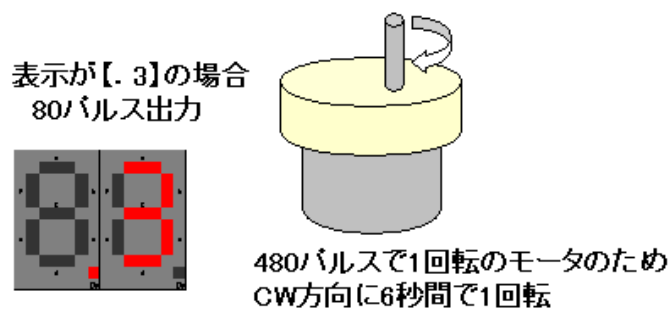
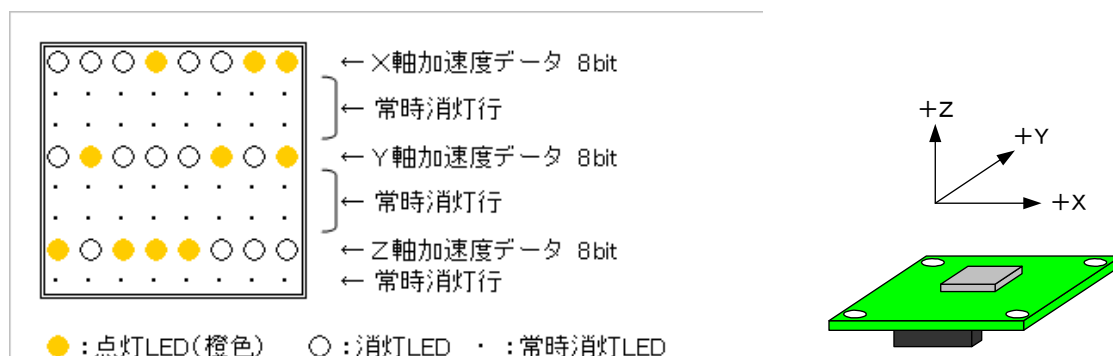


図2 1 (B) モータ回転数の変化

【処理3】加速度データチェックモード

加速度センサ（KXP84-2050）の3軸（X軸、Y軸、Z軸）の加速度データをドットマトリクスLEDに表示する。

- ・ 加速度検出ボードと組立て基板との間で ZigBee による無線通信を行い、制御ボードの PIC で加速度データを取得する。
- ・ 表示データは、A/D 変換値の上位 8bits とする。
- ・ LED の上側から X 軸、Y 軸、Z 軸の順に 1 行に 8bits の 2 進数で表示する。
- ・ それぞれの軸の表示行の間に、2 行の空白行（LED が消灯）を入れ、最下行も空白行とする。
- ・ 各軸の加速度データの取得は随時とするが、表示データの更新は 0.5 秒間隔とする。



上記表示は、各軸の A/D 変換値が下記の値の例

X 軸データ : 0x13

Y 軸データ : 0x45

Z 軸データ : 0xb8

図 2 2 加速度データチェックモードの LED 表示

(2) 動作モードの仕様

テストモードを応用した動作仕様を競技大会当日に公表します。

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）する場合、そのレイアウトなどに統一性を持たせる。
- ・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。
- ・マクロの中での演算は、必ず () で囲む。
- ・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）

③ 効率性（リソースの使用量を可能な限り減らす工夫）

配列の使用においては、可読性や保守性とのトレードオフであるが、配列（特に文字列）はメモリを多く使う傾向があるため、可能な限り使用しない。

④ 頑健性（実行時におけるプログラム停止や暴走への対処）

特に人的な誤操作などに対処する例外処理の作り込み、そして、ウォッチドックタイマなど、マイクロプロセッサが装備している機能の活用が求められるが、今競技大会では、頑健性に関するガイドラインは特に定めない。

⑤ 移植性（実行環境が異なってもソースコードの修正を最小限に留める工夫）

今大会で用いる C 言語コンパイラは、ANSI 規格に準拠している。しかし、ハードウェアの機能を直接アクセスするソースコード記述や変数の型に対するビット長などについては、必ずしもそうではなことから、本競技大会では、移植性に関するガイドラインは特に定めない。

(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 < 10; i++) If (条件文)</pre>	<pre>j=i++; for(i=0;i<10;i++) If(条件文)</pre>

- ④ メイン関数の例。

良い例	良くない例
<pre>void main(void) { Init(); If (JP1) { test(); // テストモード } else { move(); // 動作モード } }</pre>	<pre>void main(void) { Init(); If (JP1) { test();} else{ move(); } }</pre>

4 加速度データ処理回路の動作試験

加速度データ処理回路の動作試験を「作成したプログラム（テストモードと動作モードの両方を含むプログラム）」を用い、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」、「処理３」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」、「処理３」が、仕様通りに動作するか確認する。

5 成果物の提出

本競技仕様書に示した「**２ 組立て基板の組立て**」および「**３ 制御プログラムの作成**」に係る作業が全て完了したならば、挙手にて競技委員に、その旨を知らせる。

また、競技員による作業終了の確認を受けたならば、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、競技委員の指示を待つこと。

「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する。（競技開始前に記入しておいてもよい）
- ③ 支給した USB メモリに作成した加速度データ処理回路の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	⇒	フォルダ名
氏 名：若年 太郎		：¥20_若年太郎¥

- ④ 加速度データ処理回路の電源を切る（AC アダプタは接続しておく）。
- ⑤ 加速度データ処理回路のソースコード（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、競技員の指示に従うこと。）
- ⑥ はんだごて、コンピュータシステムの電源を切る。
- ⑦ PIC ライタ、接続ケーブルをまとめておく。
- ⑧ 作業テーブル上の工具等の整理や清掃をする。
- ⑨ 競技委員の許可を得て退席する。

6 清掃・後片づけ

- ① 競技終了後、競技委員による加速度データ処理回路の動作チェック完了を待つ。
（この動作チェックに要する時間は、概ね 1 時間を予定している）
- ② 競技委員の指示で、組立て基板の指定箇所に荷札を取付ける。
- ③ 競技員が AC アダプタ他の貸出した物品を回収する。
- ④ （４）『作業エリア』の清掃・後片づけ（搬出・発送など）を行い、退場する。
なお、競技当日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。なお、持参したものは全て持ち帰り、忘れ物がないようにすること。