

公 表

第8回 若年者ものづくり競技大会「電子回路組立て」職種競技（概要）

本公表文書は、当該競技の概要を記載したものである。今後、記載内容について若干変更する場合がある。詳細は、7月初旬を目処に競技仕様書と併せて公開する予定である。

1 競技課題 組立て基板の組立てと制御プログラムの制作

2 競技時間 4時間

延長時間 なし

3 競技内容（概要）

本競技は、事前公開される「組立て基板」回路を組立て、マイコンによって「組立て基板」を制御する電子回路基板（以下、「制御ボード」という）により、仕様に示された動作を実現する制御プログラムを制作する。組立て基板は、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、外部機器とつなげることができる。

本競技は、組立て基板の入出力電子機器の基本制御などを行うプログラム（テストモード）が事前公開され、プログラミングの基本技能を習得することができる。さらに、競技会当日に組立て基板の応用制御を行うためのプログラム（動作モード）の仕様に基づき動作を実現する制御プログラムを制作するものとします。

本競技は、「組立て基板」の組立てに関する技能と「制御ボード」のマイコン用プログラムの制作技量について競う。当該競技で行う作業概要を以下に示す。

（1）組立て基板の組立て

競技仕様書に基づいて組立て基板を組立て（無鉛はんだ使用）、ハードウェアの動作試験を行う（図1のハードウェアブロック図を参照）。

以下に、組立て基板で用いている主な電子部品（予定）を示す。なお、組み立て用工具類は各自用意する。

- ・2色LEDドットマトリックス YSM-1288CR3G2C(Sparkfun)
- ・LCDキャラクタモジュール SC1602BBWB-XA-GB-G(Sunlinke Display Teck)
- ・ZigBee無線モジュール ZIG-100B(ベストテクノロジー)

（2）制御ボードのマイコン用プログラムの制作

事前公開されるテストモードプログラムの仕様を十分理解したうえで、参考プログラムとして事前公開するプログラム内容（選手に事前配布するCDに含まれるC言語ソースファイル）を教材として、プログラミングの基本技能を競技会当日までに習得する。競技会当日に示される競技仕様書に基づいて制御プログラム（動作モード）を制作し、動作試験を行う。（図2の開発環境ブロック図と図3の制御プログラム仕様（概要）を参照）

なお、「制御ボード」のマイコンにプログラムを書き込むツール（P I Cライター）、ライターケーブル、ACアダプタは貸与する。

また、以下のマイコン用プログラム開発環境は各自用意すること（なお、I D EとCコ

ンパイラは、事前貸し出し物品に含まれるCDに用意されている。)。

- ・パソコン
- ・O S Windows XP SP3 以上
- ・使用M P U PIC18F4620
- ・I D E MPLAB v8.91 (Microchip 社フリーソフト)
- ・C コンパイラ MPLAB C for PIC18 v3.43 in LITE mode (Microchip 社フリーソフト)

*制御ボードやP I Cライター等の貸与、練習用組立て基板（2枚）の配布は、7月初旬を目標に参加者が決定次第、実行します。

*練習用の組立て基板に実装する電子部品は、各自用意すること。なお、実装に必要な電子部品一式を入手できる方法については、以下へメールにて問い合わせること。

youth@javada.or.jp

4 採点項目及び配点

採 点 項 目	配 点	備 考
組立て基板の組立て	4 0	競技仕様書に記載された仕様等に基づいて評価・採点する
制御プログラムの制作	5 0	競技仕様書に記載された仕様等に基づいて評価・採点する (動作モードのみ採点対象)
作業態度	1 0	競技仕様書に記載された内容等に基づいて評価・採点する

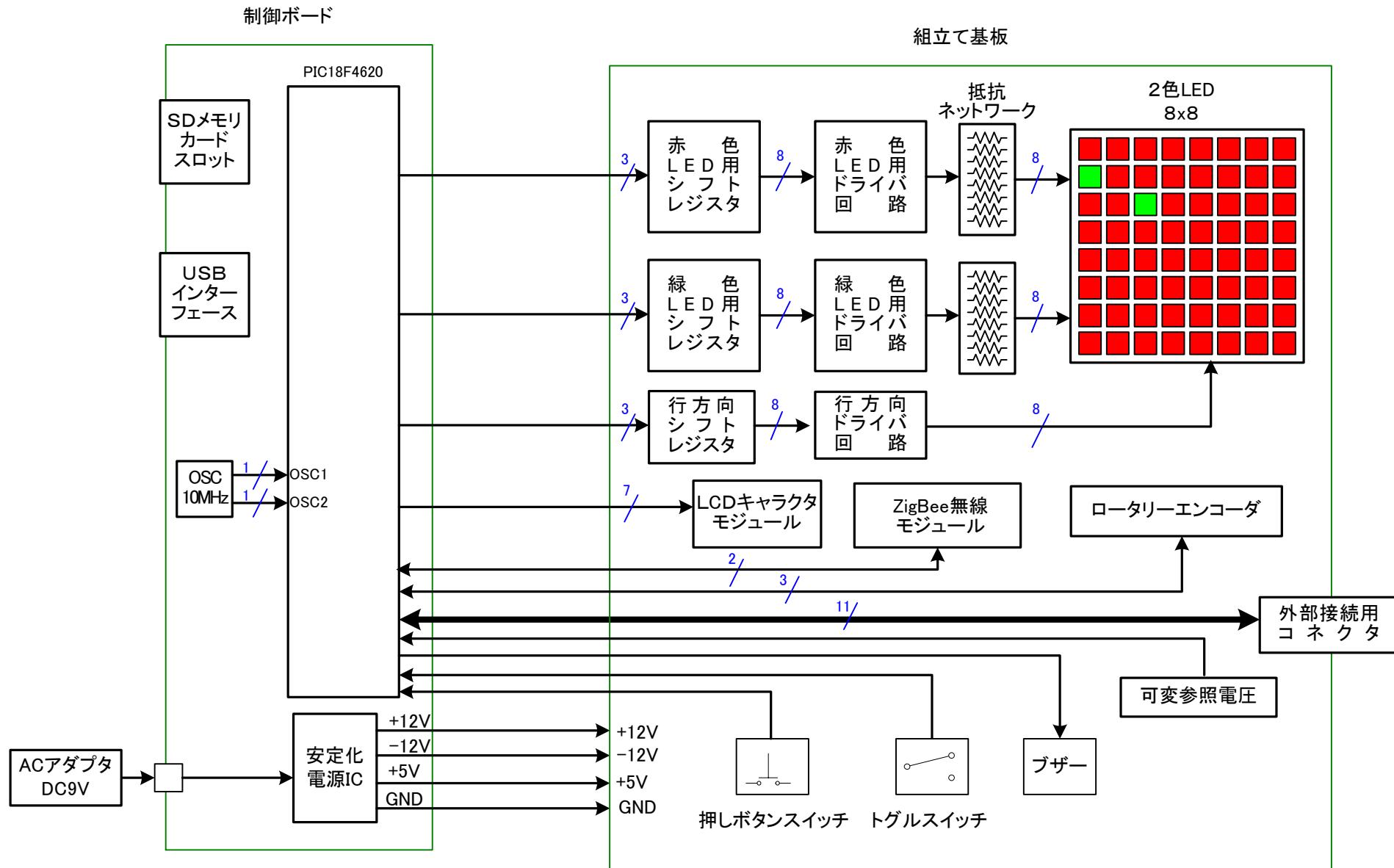


図1 「電子回路組立て」職種 ハードウェアブロック図

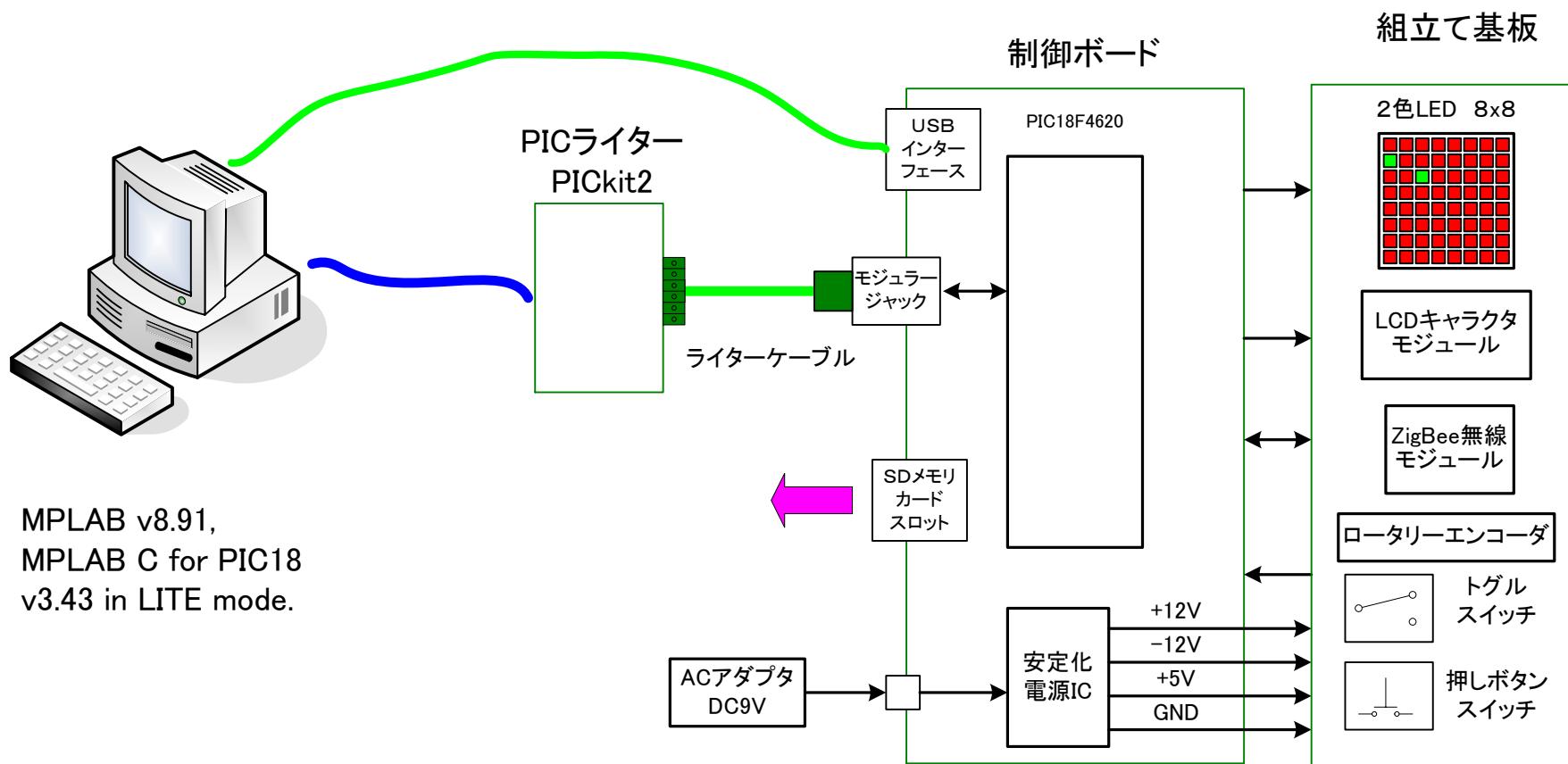


図2 「電子回路組立て」職種 開発環境ブロック図

(1) テストモード (事前公開)

<LEDチェックモード>

約0.5秒間隔で、赤、緑、橙の縦方向点灯列を上から下、または下から上へ順次スキャンする。

<ロータリーエンコーダチェックモード>

ロータリーエンコーダの回転に伴い、エンコーダのカウント値の増減をLCDキャラクタモジュールに表示する。

<ZigBeeチェックモード>

パソコンのターミナルソフトにより、キーボードから入力されたキャラクタコードをZigBeeにより無線通信し、LCDキャラクタモジュールに表示する。

<A/Dチェックモード>

可変参照電圧をA/D変換し、変換結果をLCDキャラクタモジュールに表示する。

(2) 動作モード

競技会当日に公開します。

図3 「電子回路組立て」職種 制御プログラム仕様（概要）

公 表

第8回 若年者ものづくり競技大会「電子回路組立て」職種競技

I 競技概要

I - I 競技課題 組立て基板の組立てと制御プログラムの制作

I - II 競技時間 4 時間
延長時間 なし

I - III 競技内容

事前公開される「組立て基板」回路を組立て、マイコンによって「組立て基板」を制御する「制御ボード」により、仕様に示された動作を実現する制御プログラムを制作する。組立て基板の入出力電子機器の基本制御などを行う動作チェックプログラム(テストモード)が事前公開され、プログラミングの基本技能を習得することができる。競技会当日に組立て基板の応用制御を行うためのプログラム(動作モード)の仕様が示され、仕様に従った所望の動作を実現する制御プログラムを制作する技量を競う。

I - IV 全体の流れ

- (1) 競技者は、本公表に従い競技に際しての準備や作業を競技大会開催日までに進めておくこと。事前に準備する事項については、本公表の「VI 事前準備」を参照のこと。
- (2) 競技前日の事前説明の時間を利用して、座席抽選、工具展開、部品点検、プログラム開発環境の動作確認などの準備作業を行う。
- (3) 競技は、本公表にある「競技仕様書（1）」と当日配布する「競技仕様書（2）」に基づいて、電子回路組立て基板の組立て、およびこの基板を制御する制御プログラムの制作についての技量を競う。

I - V 採点項目及び配点

採 点 項 目	配 点	備 考
組立て基板の組立て	40	競技仕様書に記載された仕様等に基づいて評価・採点する
制御プログラムの制作	50	競技仕様書に記載された仕様等に基づいて評価・採点する (動作モードのみ採点対象)
作業態度	10	競技仕様書に記載された仕様等に基づいて評価・採点する

II ハードウェアブロック図

ハードウェアは、「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Iは、ハードウェアブロック図を示す。

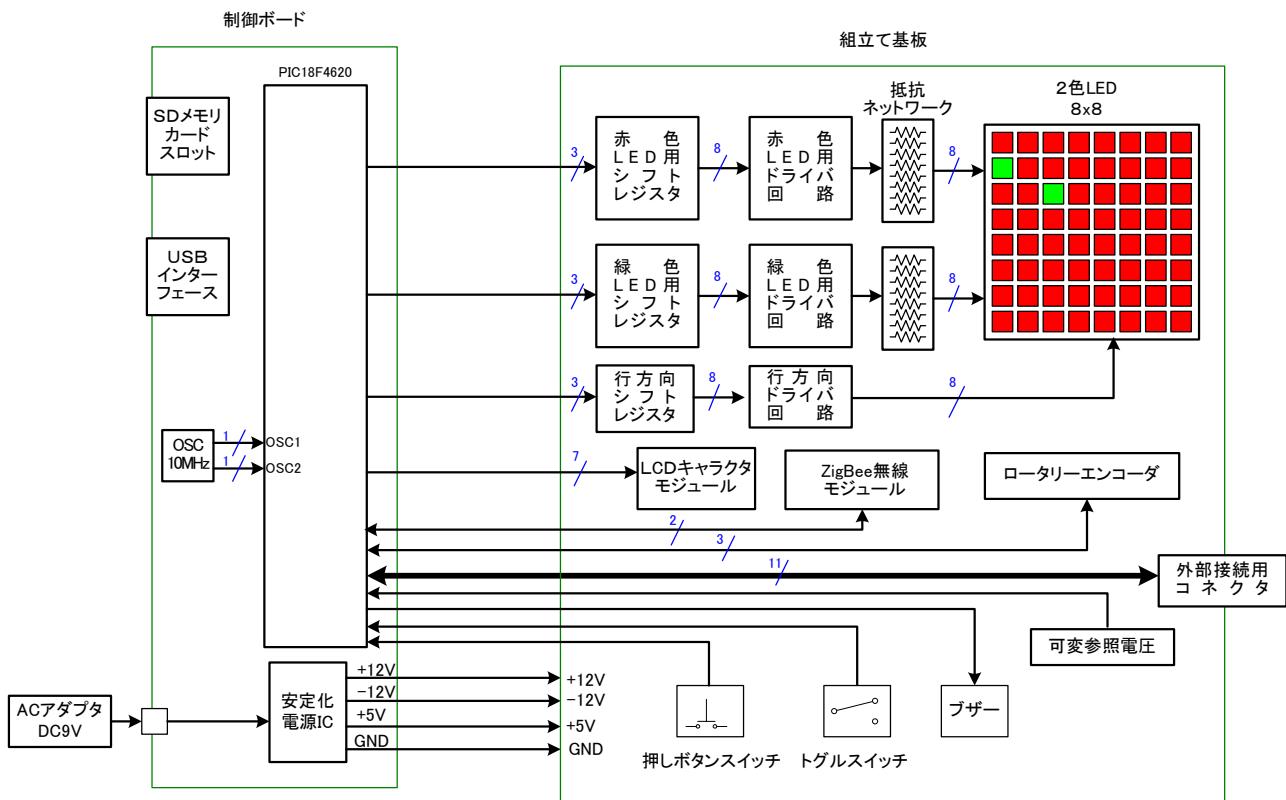
「組立て基板」

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、外部機器とつなげる 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I ハードウェアブロック図



III プログラム開発環境

図IIは、プログラム開発環境のブロック図を示す。ここで示すマイコン用プログラム開発環境は各自用意すること。

パソコン
OS
使用 MPU
IDE
C コンパイラ

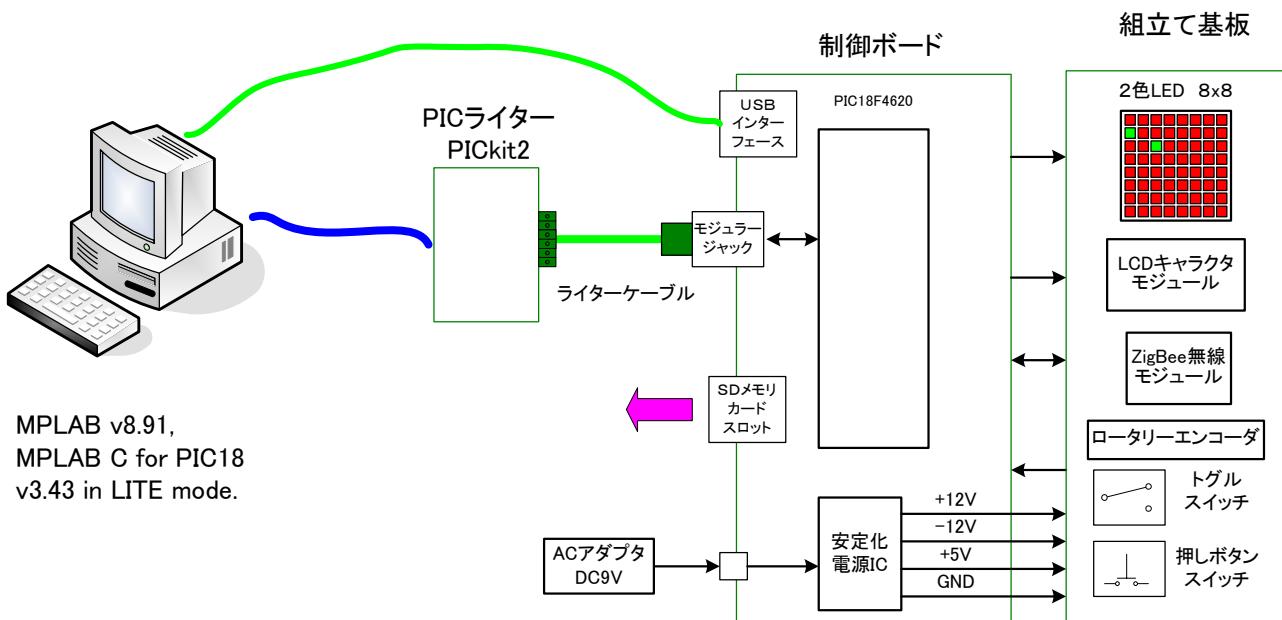
USB ポートを有すること
Windows XP SP3 以上
PIC18F4620
MPLAB v8.91 (Microchip 社製フリーソフト)
MPLAB C for PIC18 v3.43 in LITE mode (Microchip 社製フリーソフト)

* 「制御ボード」とマイコンにプログラムを書き込む「ツール(PICライター)」、「ライターケーブル」、「ACアダプタ」は事前に貸与する。これらの機器は、競技会で使用するので各自持参すること。また、競技会終了後に、必ず返却すること。

* 競技終了時に行うソースリスト印刷の際、USBメモリを介したウィルス感染の恐れがあるので、競技会に持参するパソコンについては、ウィルスチェックを必ず行っておくこと！！(ウィルス対策ソフトをインストールしていないパソコンの持ち込みを禁止します。)

* IDEとCコンパイラは、事前貸し出し物品に含まれるCDに用意されている。

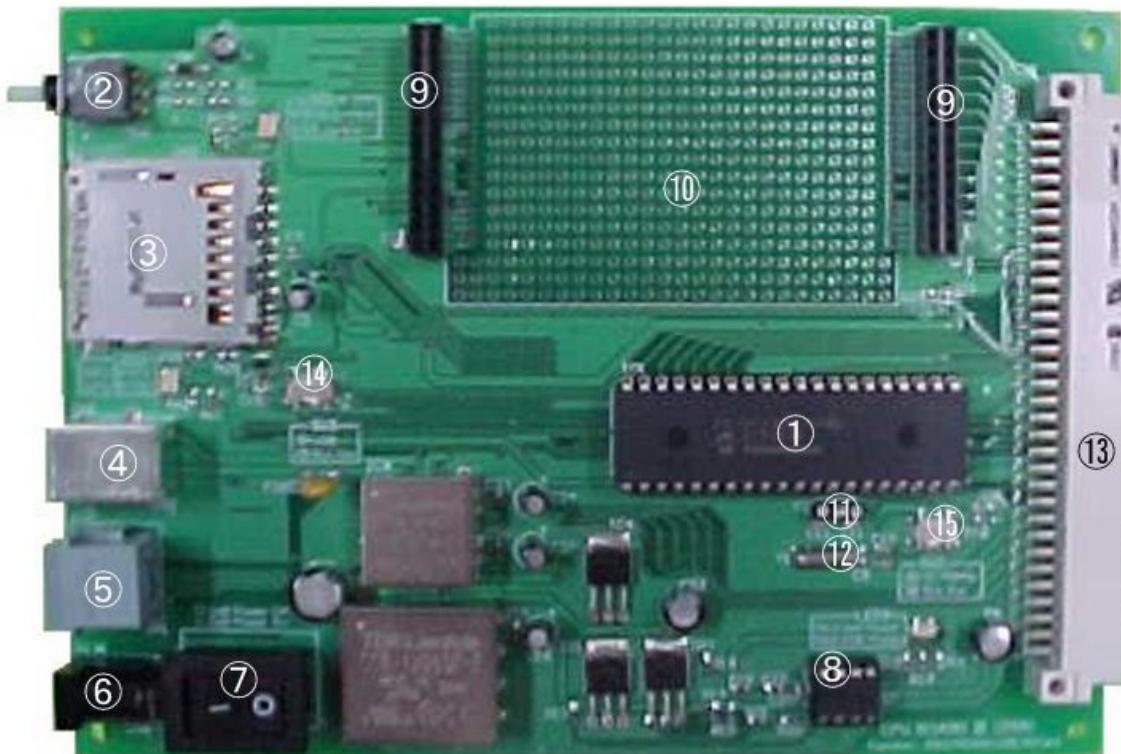
図II プログラム開発環境ブロック図



IV 制御ボード

制御ボードを図IIIに、その回路図を図IVに示す。本ボードは、PICマイコンを搭載した、いわゆるマイコンボードである。インサーキット書き込みやデバッグができるインターフェースを装備している。なお、本ボードは、技能五輪全国大会の電子機器組立て職種競技用に製作したものである。

図III 制御ボード



①PICマイコンチップ

ハーバードアーキテクチャ方式の8ビット・ペリフェラルインターフェースコントローラ (Microchip社製: PIC18F4620) (以下「PIC」という) である。

主要な仕様を以下に示す。

・プログラムメモリ	32k ワード
・データメモリ	RAM : 3968 バイト EEPROM : 1024 バイト
・クロック周波数	DC ~ 40MHz (本ボード: 40MHz)
・内蔵モジュール	
通信	RS232/RS485, SPI/I ² C
制御・タイミング	PWM, カウント・タイマ, ウオッチドッグタイマ
アナログ	10ビット A/D 変換, アナログコンバータ

②リセットスイッチ

PICのリセット用スイッチである。なお、リセット回路は、パワーオンでPICをリセットする回路構成になっている。

③SD メモリカードスロット

パソコンなどで作成した SD メモリカードのファイル (FAT16 ファイルシステム) の読み書きを想定したもので、PIC とのインターフェースは SPI である。なお、今競技大会では使用しない。

④USB インターフェースコネクタ

パソコンなどの USB ポートを介した、調歩同期式シリアル通信 (RS232C) に使用する。なお、USB と調歩同期式シリアル通信の変換に FTDI 社製の IC を使用しているので、パソコンなどのホスト側に、同社のデバイスドライバをインストールする必要がある。また、本ボードは USB のバスパワーを電源として使用できるようになっている。なお、今競技大会では使用しない。

⑤ICSP インターフェースコネクタ

ICSP (In Circuit Serial Programming) 方式は、ターゲットボード (今競技大会の制御ボード) に PIC を装着したまま PIC のプログラムを書き込むことができる。今大会では、プログラム書き込み機器として PICkit2 (Microchip 社製) を用いる。なお、PICkit2 と当該 ICSP インターフェースコネクタを接続するケーブルは、貸与する。

⑥AC アダプタ接続用コネクタ

AC アダプタを接続するコネクタである。今大会では、AC アダプタを用いて本ボードに電源を供給する。

⑦電源スイッチ

AC アダプタから供給されている電源を ON-OFF するためのスイッチである。

⑧電源切替え制御用 PIC

本ボードに複数の電源 (外部機能拡張用コネクタに接続された電源ボード、AC アダプタから供給された電源、USB バスパワー) が供給されている場合、その中から一つの電源を選択するプログラムが組まれている。

供給された電源の優先順位は、電源ボード→AC アダプタ→USB バスパワーである。

⑨内部機能拡張用コネクタ

本ボードの機能を拡張する場合に使用するコネクタである。PIC の全 I/O ポートを当該コネクタに配置している。今競技大会では、組立て基板を当該コネクタに装着する。

⑩フリーエリア

2.54mm ピッチのランドパターンを配した配線エリアである。小規模な回路の実装に用いることができる。今競技大会の課題では使用しない。

⑪PIC 用クロック装着ソケット

本ボードの PIC 用クロックを発生させる振動子 (水晶振動子やセラミック振動子) を装着するソケットである。今競技大会では、10MHz の水晶振動子を装着する。

⑫時計用水晶振動子

PIC のタイマー 1 のクロック用振動子として使用される水晶振動子で、使用する場合はスライドスイッチ⑮を左側に設定する必要がある。今競技大会では使用しない。

⑯外部機能拡張用コネクタ

バックプレーンボード (技能五輪全国大会用に製作したもの) に接続するためのコネクタである。
⑨の内部機能拡張用コネクタを用いた拡張が困難な場合などに用いる。今競技大会では使用しない。

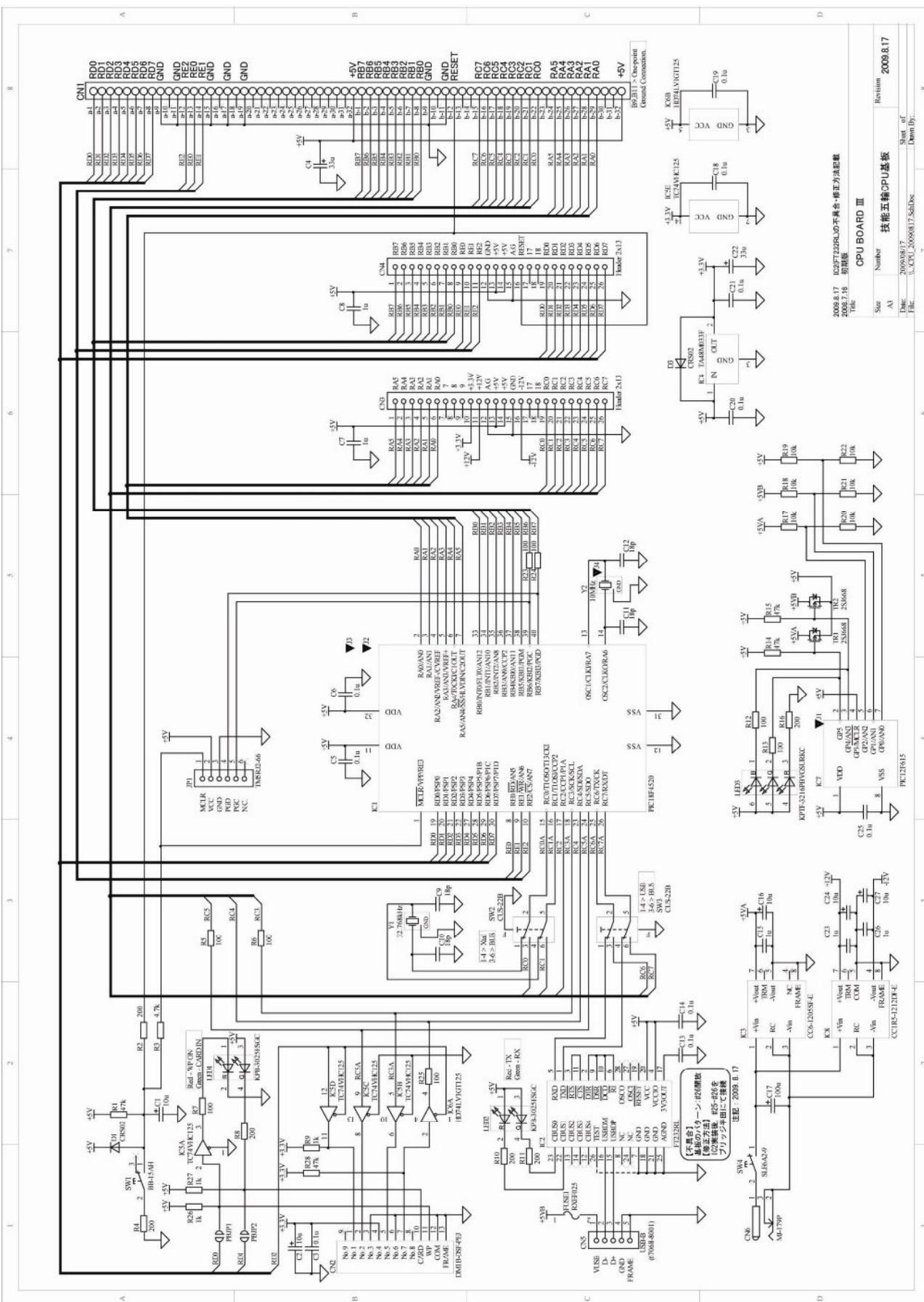
⑭シリアル通信ポート RC6, RC7 切替えスイッチ

本ボードのシリアル通信ポートである RC6, RC7 の接続先を切り替えるスライドスイッチである。右側の設定では、バスラインに接続され、左側の設定では USB コネクタを介して外部機器と接続することが出来る。本競技大会では右側に設定する。

⑮RC0, RC1 切替えスイッチ

①PIC マイコンチップの RC0, RC1 の接続先を切り替えるスライドスイッチである。右側の設定では、RC0, RC1 はバスラインへ接続され、通常の I/O ポートの一部として使用することが出来る。左側の設定では、RC0, RC1 は⑫時計用水晶振動子へ接続され、⑫時計用水晶振動子を PIC のタイマー 1 のクロック用振動子として使用することが出来る。本競技大会では右側に設定する。

図IV 制御ボード回路図



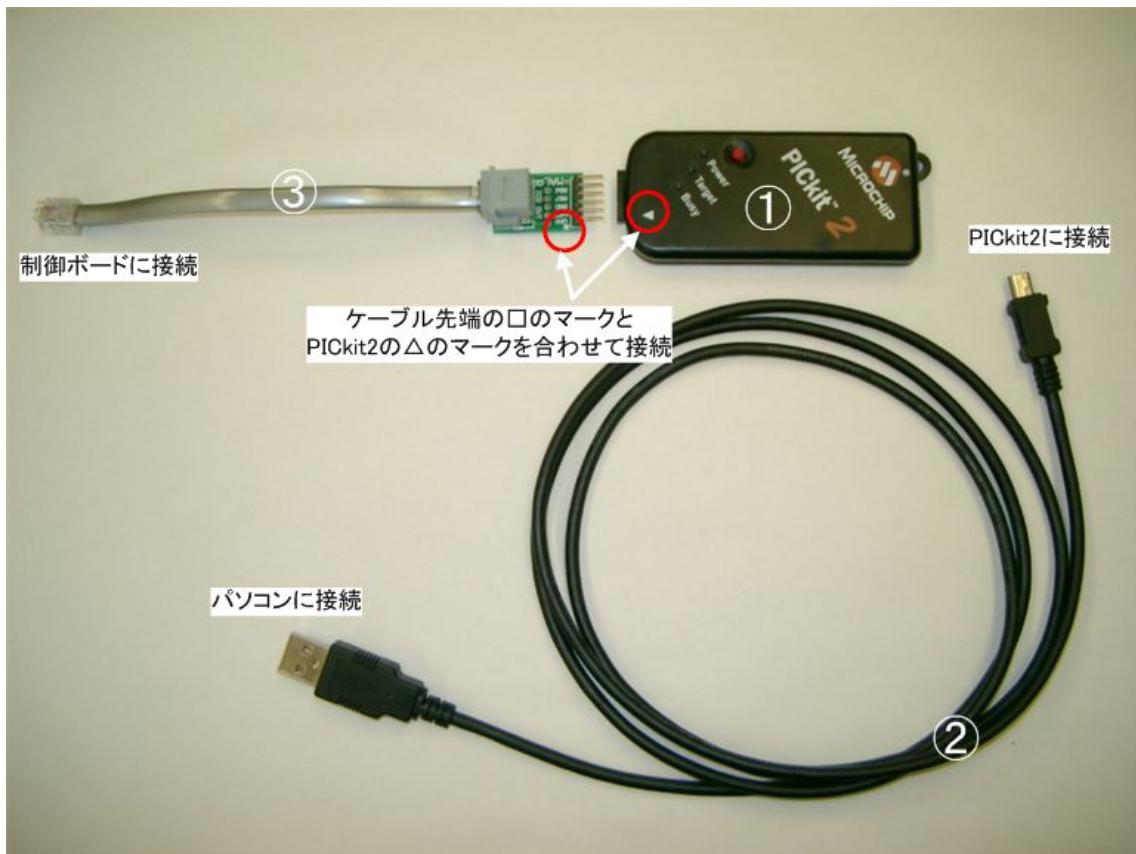
V プログラム開発ツール

V-I PICライター

プログラム開発ツール(MPLABとC18)を用いて生成したPIC用のプログラムをPICに書き込むツールである。(図V参照)

本ツールは、制御ボードに直接接続(ICSPインターフェース)してPICへのプログラム書き込みや読み出しが出来る。なお、制御ボードに電源を投入したままプログラムの書き込みや読み出しが可能である。

図V PICライター



①PICライター(PICkit2)本体

本ツールをPICライターとして用いるには、MPLAB IDE上で、ProgrammerとしてPICkit2を選択するか、PICkit2専用のソフトウェアを用いる。

②USBケーブル

PICライターとパソコン間を接続するケーブルである。

③制御ボード接続ケーブル

PICライターと制御ボード間を接続するケーブルである。PICライターと本ケーブルを接続する際には、接続する向きなど注意すること。

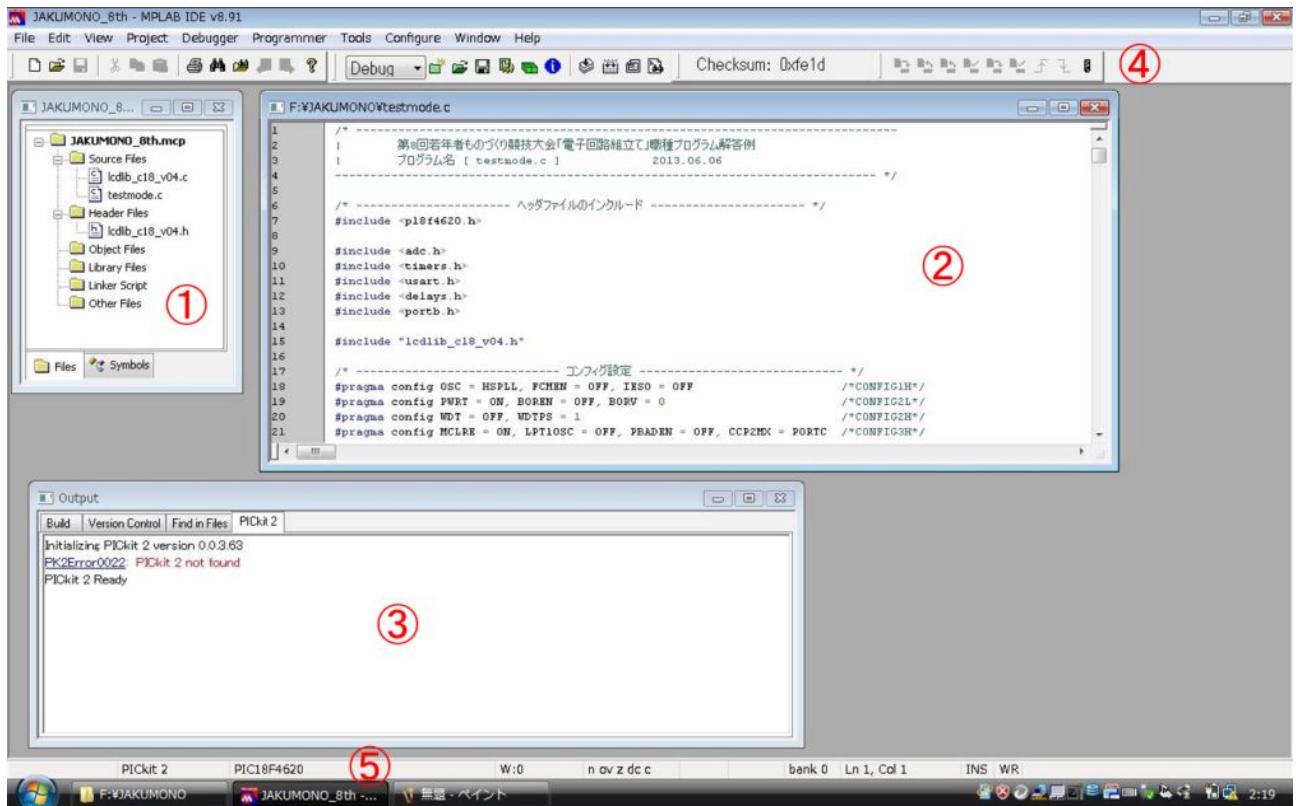
* 本ツールのユーザマニュアルなどを下記のURLからダウンロードして、参照すること。

<http://www.microchip.co.jp/download.html>

V-II C言語プログラム開発ツール

MPLAB IDE（統合開発環境）とC18コンパイラ（Microchip社製）を用いて、制御ボード上のPICに実装するプログラムを開発するツールで、パソコンシステム Windows XP SP3（マイクロソフト社製）以上にインストールして使用する。本開発ツールの画面イメージを図VIに示す。本開発ツールは、プロジェクトという単位でプログラムを管理している。なお、今競技大会のプログラム開発作業の殆どを、本開発ツール上で行う。

図VI プログラム統合開発ツールの画面(一例)



①プロジェクトウィンド (Project Window)

プロジェクトの構成を表示・編集するウインドーである。メニューの「View」→「Project」でこのウインドーを表示、ウインドーの×で閉じることができる。

②ソースコードウンド (Source Code Window)

ソースコードを編集するウンドである。プロジェクトウンドのファイル（ソースコードやヘッダファイルなどのテキストファイル）をダブルクリックすることによって表示できる。閉じる場合は、そのウンドの×をクリックする。

③アウトプットウインド (Output Window)

ソースコードのコンパイルやリンク、デバッグやシミュレーション、PIC ライタの接続・書込みなどの処理を行った結果などが表示される。メニューの「View」→「Output」で表示できる。複数の出力情報がある場合には、その情報の「タブ」がウインドー内に表示され、このタブを選択して、それぞれの出力情報を切替えることができる。

その出力情報をクリアするには、マウスの右ボタンをクリックし「ポップアップメニュー」を表示してから「Clear Page」を選択する。アウトプットウインドを閉じるには、ウインドーの×をクリックする。

④PIC ライタメニュー

MPLAB IDE をインストールすると、PIC ライタ (PICkit2) が使用できるようになる。そして、PICkit2 を PIC ライタとして選択すると、このメニューが追加される。(また、アウトプットウインドに、その接続状態が表示されるようになる。)

メニューの「Programmer」→「Select Programmer」で選択する。追加されたメニューから、PIC への書込みや読み出しが可能になる。

⑤ステータスバー

本開発ツール上でオープンされているプロジェクトの属性 (デバッガ・シミュレータの種類、PIC ライタの種類、PIC の品名) などが表示される。

- * MPLAB IDE および C 18 コンパイラのユーザマニュアルなどを下記の URL からダウンロードして、参照すること。

<http://www.microchip.co.jp/download.html>

VI 事前準備

競技仕様書（1）を事前に良く読んで、その内容を十分に理解しておくこと。

VI-I 組立て基板の組立てについての準備・作業等

- ・組立て基板の組立て仕様は、電子機器組立て技能検定2級の仕様に準じている。競技仕様書（1）にある、「2 組立て基板の組立て」を熟読し、部品の取付けや、はんだ付けの仕方を確認しておくこと。
- ・はんだ付けには、鉛フリーはんだを使用する。鉛フリーはんだによるはんだ付け作業に慣れておくこと。
- ・VI-IIに示してある工具を準備して、競技会に持参すること。

VI-II 制御プログラムの制作についての準備・作業等

- (1) プログラム開発環境を用意し、プログラム開発ツールの操作に慣れておくこと。
- (2) 「3.2 制御プログラムの動作仕様」の「(1) テストモードの仕様」を満たす動作チェックプログラム(事前配布のCDに保存されている)の内容を競技会前によく理解し、プログラミングの基本技能を習得しておくこと。また、「4 組立て基板の動作試験の実施」に記述されている、動作チェックプログラムによる組立て基板の動作試験の方法にも習熟しておくこと。
 - 競技者が練習で作成した組立て基板について、動作チェックプログラムを制御ボードのPICに書き込み、正常に動作しているか確認すること。正常に動作しない場合、どこに問題があるのか考察し、解決しておくことが望ましい。
 - 競技者は、動作チェックプログラムにより、競技当日に競技者が組立てた組立て基板の動作試験を行う。
- (3) 制御プログラムのソースリストの印刷について

ソースリストは、原則として主催者側が用意するパソコンシステムを用いて印刷する。なお、印刷の用紙サイズはA4である。競技者は、制作した制御プログラムのソースコードをUSBメモリに格納できる環境を用意すること。(USBメモリは主催者側で用意する。)

(4) 制御プログラム制作についての注意

「動作モード」の「処理1、処理2、・・・」を実行するプログラム部分が、「制御プログラムの制作」競技課題の範囲となる。基本的に、事前公開している「動作チェックプログラム」をベースとして、動作モードの部分を書き加えていくこととする。「制御プログラムの制作」競技課題の評価・採点は、動作モード部分について行われるが、「制御プログラム」はテストモード(事前公開)と動作モードの両方を含む必要がある。また、競技仕様書（1）にある、「3.3 プログラム記述の作法（2）記述例」については、採点対象とするので、その内容を良く理解しておくこと。

VI-III 使用工具

第8回若年者ものづくり競技大会「電子回路組立て」職種 使用工具等一覧表

区分	品名	規格	数量	備考
工具類	マイクロリードペンチ		1~2	段差や溝を追加加工したものは不可
	スタンダードリードペンチ		1~2	
	マイクロニッパ		1~2	
	スタンダードニッパ		1~2	
	プリント基板支持台		1~2	
	定規・分度器		適宜	
	カッタナイフ		適宜	
	はさみ		適宜	
	ワイヤストリッパ		適宜	
	十字ドライバ	M3用	1	電動は不可
	ボックスドライバ	M3用	1	スペーサ取り付け用(電動は不可)
	マイナスドライバ		適宜	
	スパナ		適宜	
	はんだごて		1~3	JISA級またはJISAA級 スライダック、温度調節器付き使用可
	こて台(こて置き台)		1~2	
	こてたたき		適宜	
	はんだ吸い取り器		適宜	電動可
	ピンセット		1~2	
測定器類	(平)やすり		適宜	
	テーブルタップ		1~2	
	作業台下敷き		1式	導電マット等
	部品整理箱		1式	
	工具整理箱		1式	
	テスター(デジタルマルチメータ)		1	
	オシロスコープ		1	
	こて先温度計		適宜	
	プログラム開発環境	本公表を参照	1式	・パソコンシステム: Windows XP SP3以上 ・プログラム開発ツール ・IDE: MPLAB V8.91 ・Cコンパイラ: MPLAB C for PIC18 v3.43 in LITE mode - 事前に貸出した以下のものを持参 - ・PICライタ本体: Pickit2(USBケーブル含む) ・PICライタ・制御ボード接続ケーブル
	プログラム実行環境 (ターゲットボード他)	本公表を参照	1式	- 事前に貸出した以下のものを持参 - ・制御ボード(PIC18F4620含む) ・電源: ACアダプタ ・ZigBeeモジュール設定基板 (シリアルケーブル、ACアダプタ付) ・USB-シリアル変換ケーブル(ドライバCD付)
その他	測定用リード線		適宜	クリップ付き
	ストップウォッチ		1	秒針や秒表示付き時計でも可
	ルーペ・拡大鏡		適宜	
	電卓		適宜	
	照明器具		1式	
	清掃用具		1式	
	手袋		適宜	
	ガーゼ類		適宜	
	保護めがね		(1)	めがね着用者も保護めがねの着用が望ましい
	作業衣		1式	作業に適したもの
	筆記用具		1式	

(注)競技者が持参する工具等は上記のものに限るが、必要がないと思われるものは持参しなくてもよい。

第 8 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 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
・ AC アダプタ (事前配布)	1 個
・ ZigBee モジュール設定基板 (シリアルケーブル、AC アダプタ付き : 事前配布)	1 式
・ USB-シリアル変換ケーブル (ドライバ CD 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。

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) 2色 LED ドットマトリックスに関する仕様
 - (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、「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、外部機器とつなげることができる。

「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。

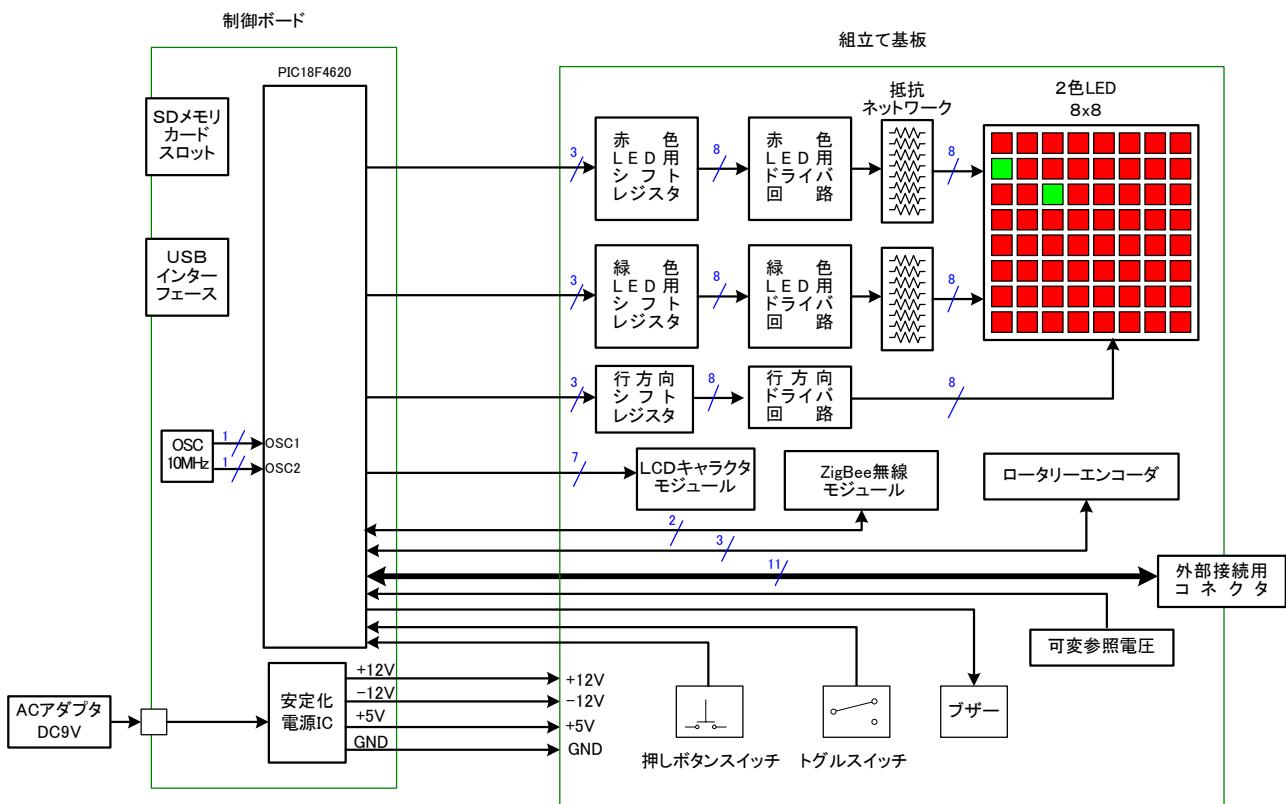


図1 ハードウェアブロック図

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。

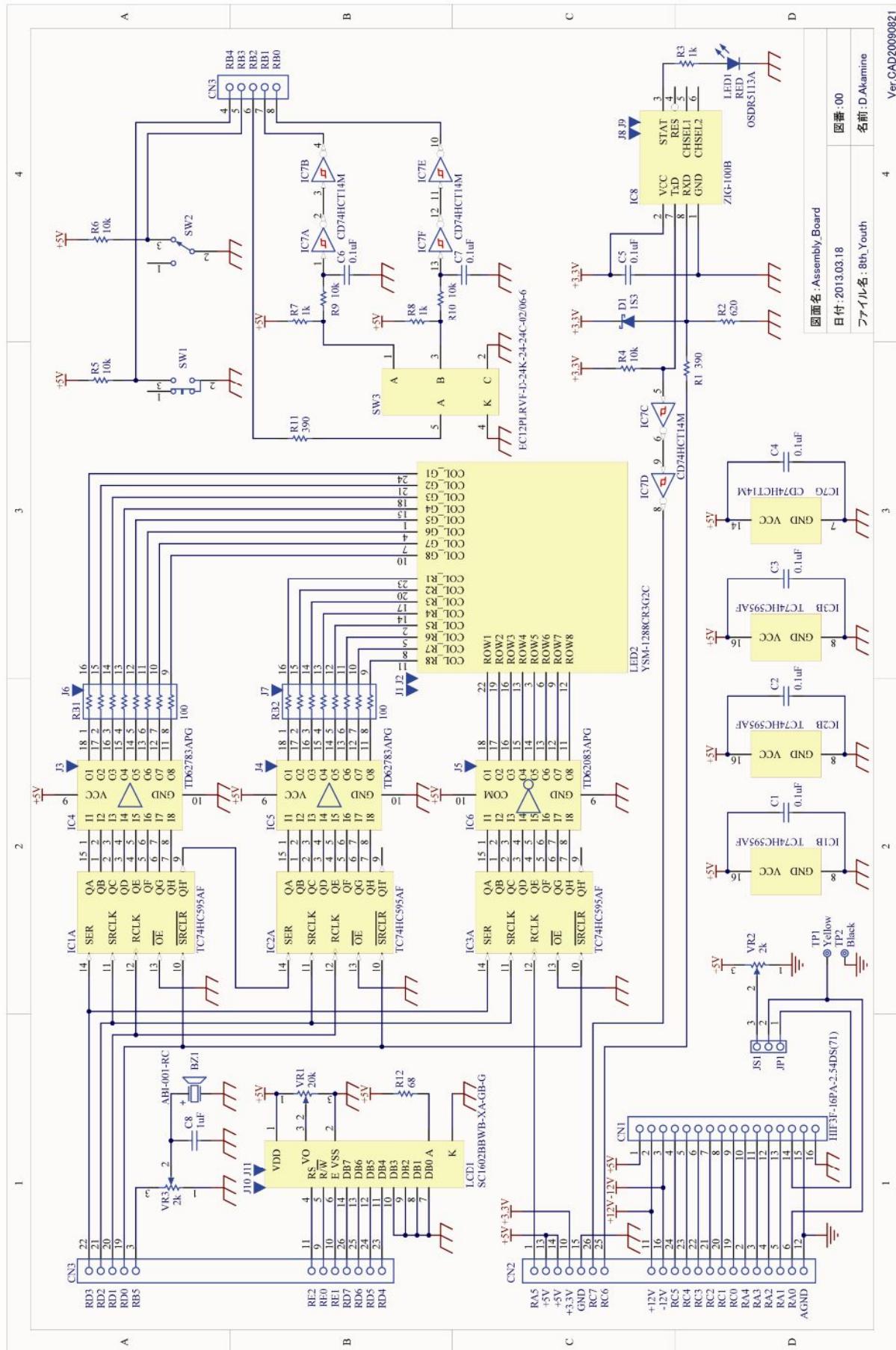
当該作業にあたっては、必要に応じて、事前配布してある CD にある主要部品データシートを参照のこと。

2.1 組立て基板仕様

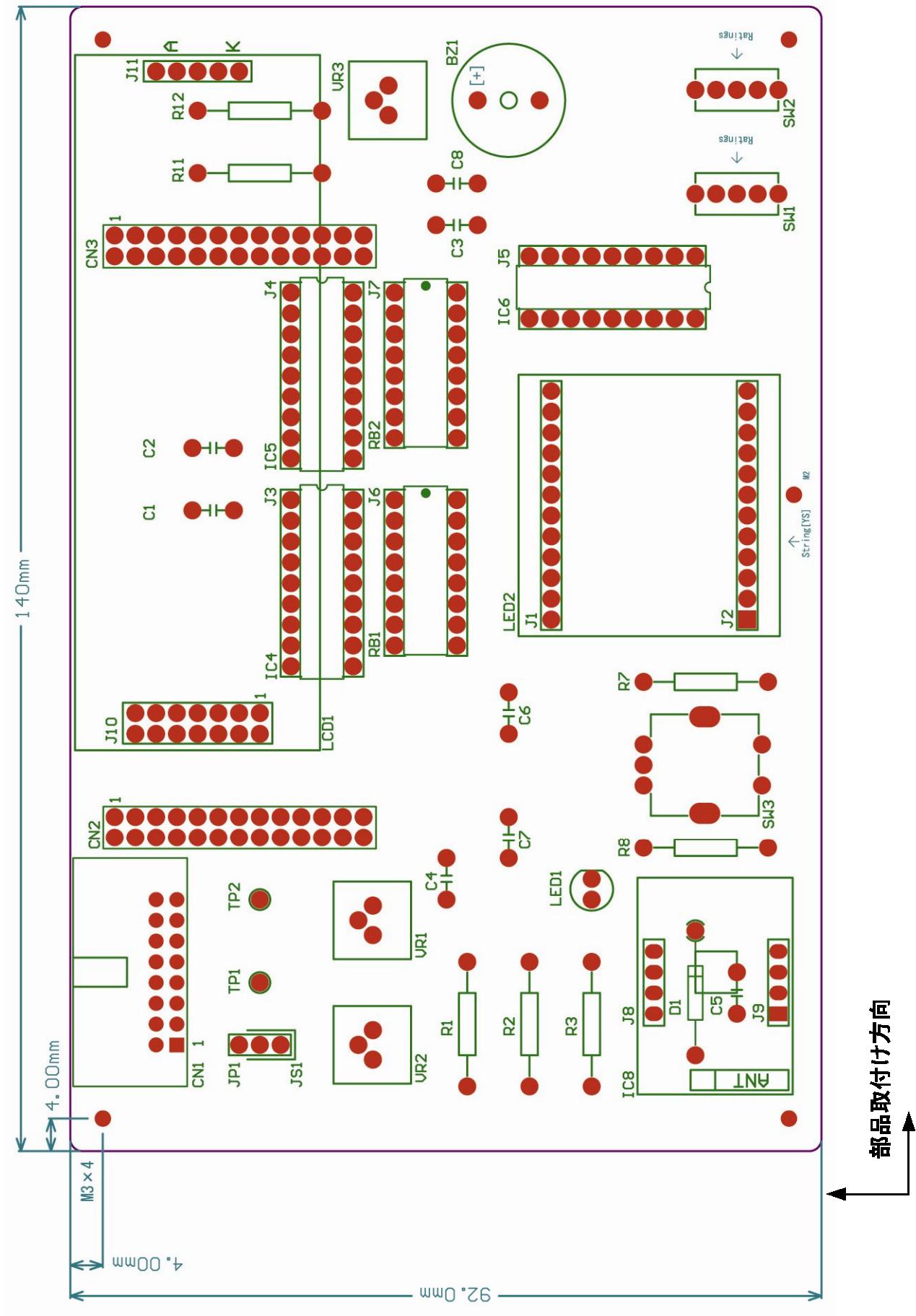
以下に組立て基板の仕様を示す。

- (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

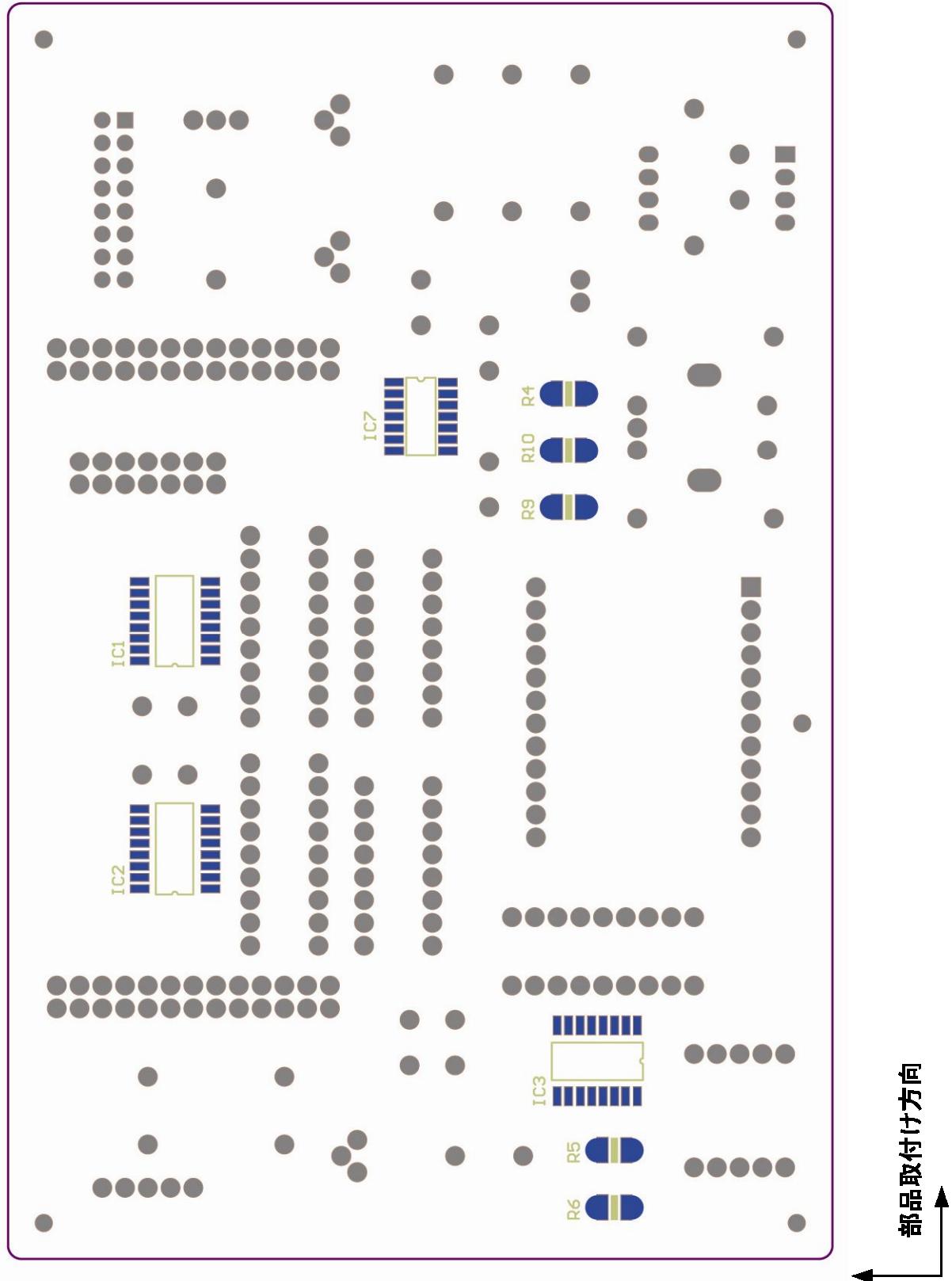
2. 1 (1) 回路図



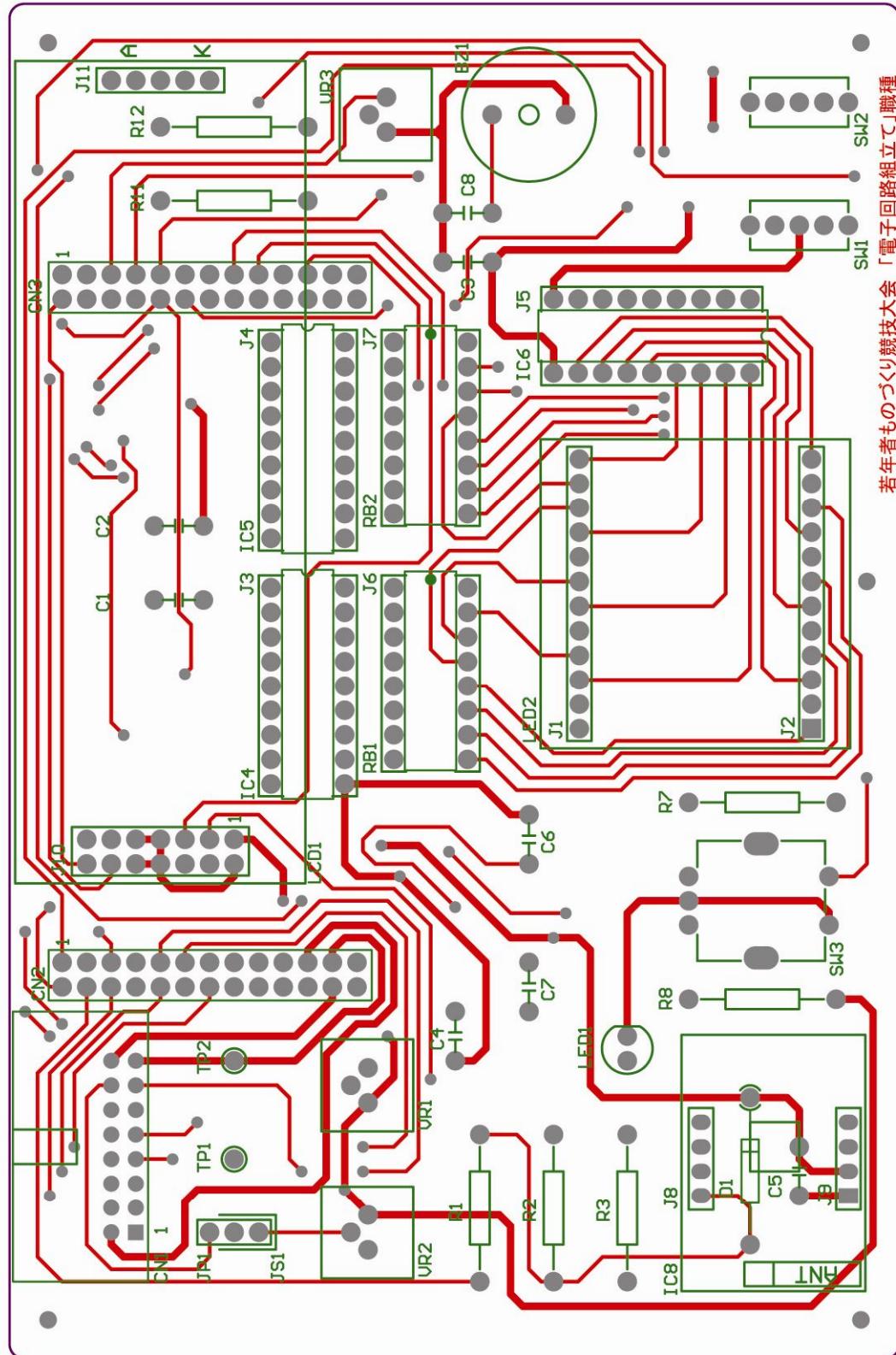
2. 1 (2) 部品配置図（表面）



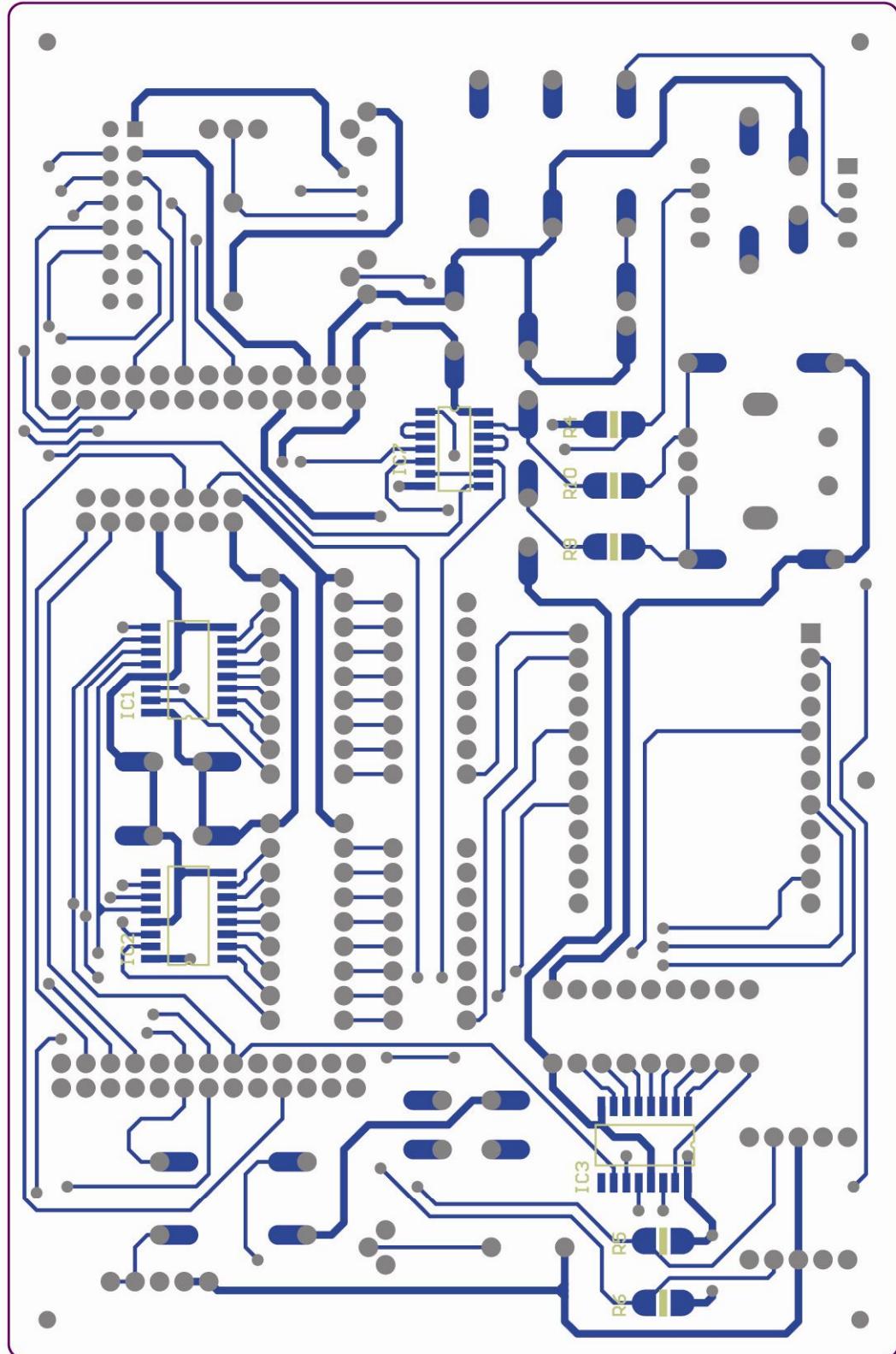
2. 1 (3) 部品配置図（裏面）



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	ストロベリーラックス 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	Sunlike 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 0.1 μF/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 0.1 μF/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 1 μF/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 390 Ω 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 620 Ω 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 68 Ω 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 100 Ω ×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	EC12PLRWF-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) φ 0.6mm	SPARKEL ESC F3 M705 φ 0.6	千住金属	1m	
41		鉛フリーはんだ(やに入り) φ 0.8mm	SPARKEL ESC F3 M705 φ 0.8	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)部品図配置図(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)

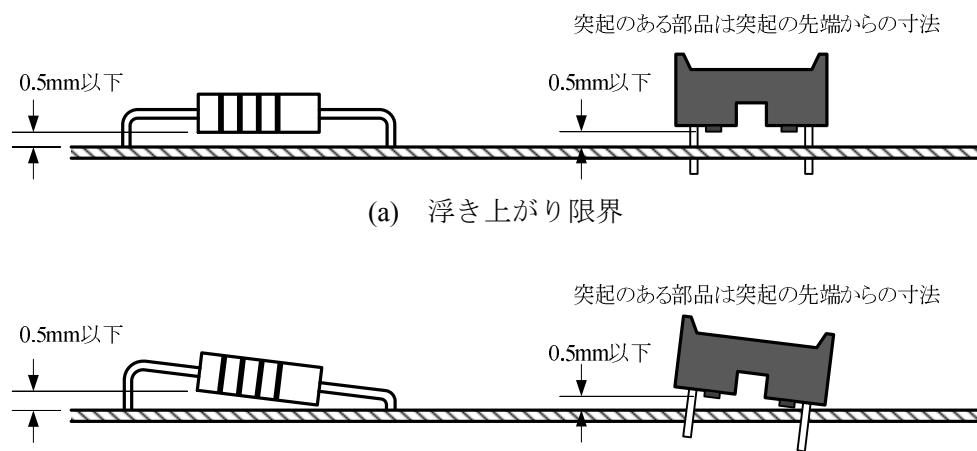


図3 部品の取付け(悪い例)

- 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。

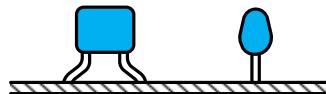


図6 積層セラミックコンデンサの取付け方

- 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。

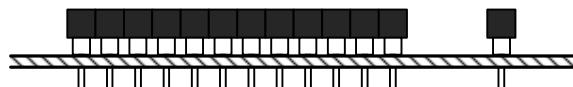


図7 シングルラインソケットの取付け方

- 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。

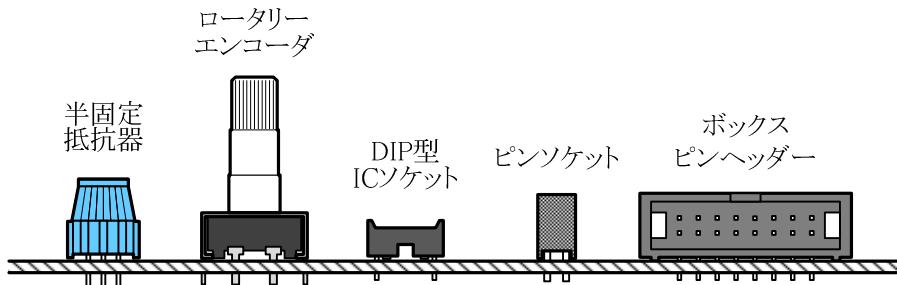


図8 底面に突起がある部品の取付け方

- 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。

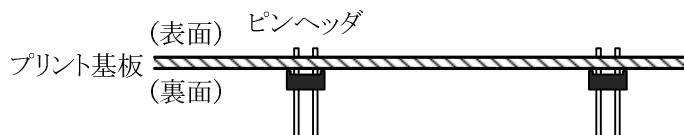


図9 ピンヘッダの取付け方

- 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。

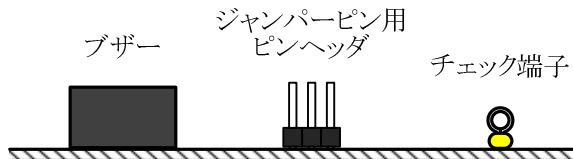


図 1 0 チェック端子などの部品の取付け方

- 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浮かせて取付ける。基板から部品下端までの高さは、5~8mm とする。

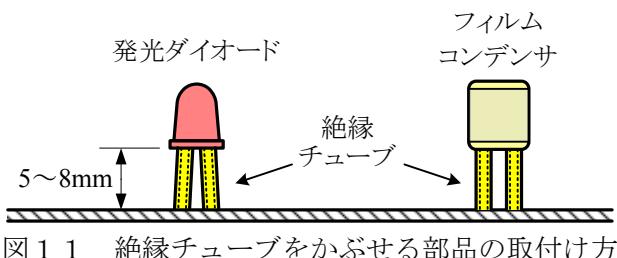


図 1 1 絶縁チューブをかぶせる部品の取付け方

- 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。

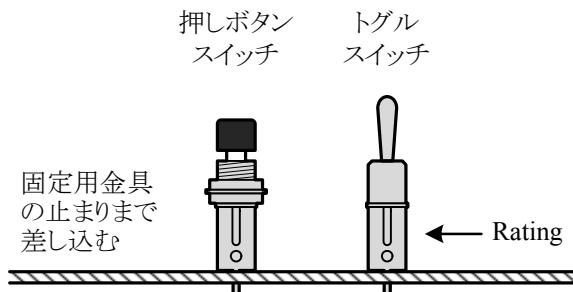


図 1 2 スイッチの向きと取付け方

- 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。折り曲げの寸法を図13に示す。

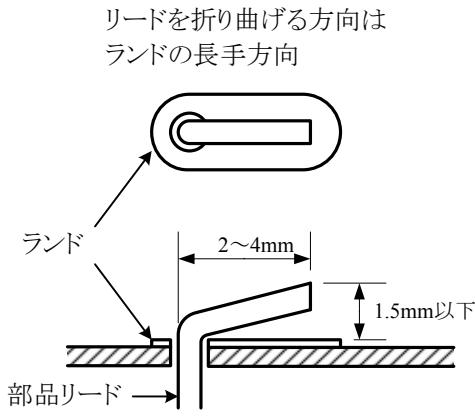


図13 部品リードの折り曲げ

- 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14のように0.5mm～2.5mmに収まるように切断する。

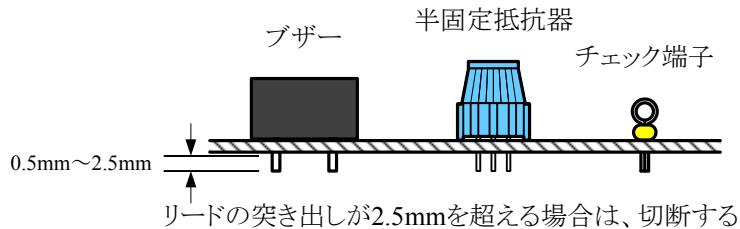


図14 リードの突き出し寸法

- 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)
 - ・ ポ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15(a)に示すように取付け、図15(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16に示す範囲内となるよう取付ける。



図15 チップ抵抗器の取付け方

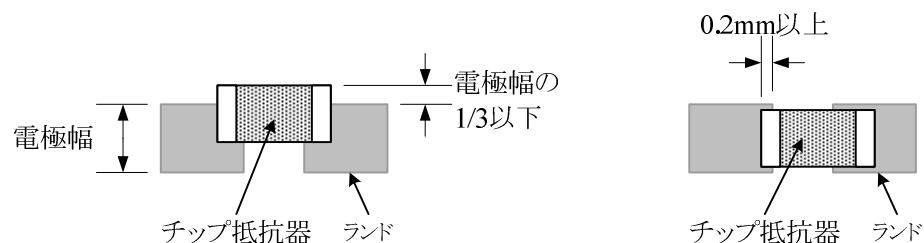


図16 ランドに対するチップ抵抗器の位置ずれ

- ⑭ SOP IC (IC1~IC3, IC7) は、ランドとの位置ずれが図17(a)に示す範囲内となるよう取付ける。また、リード方向のズレは、図17(b)に示すようにランド間のほぼ中央に取付ける。

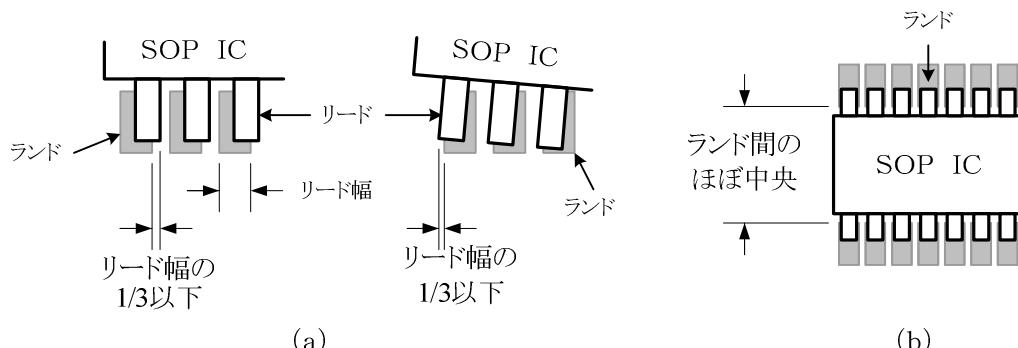
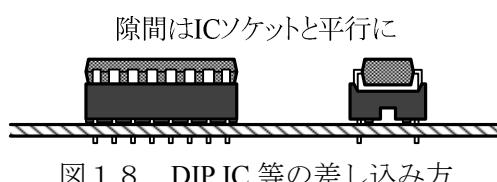


図17 SOP IC の取付け方

- ⑮ DIP IC (IC4~IC6)、DIP型抵抗ネットワーク (RB1, RB2) は、図18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に取付ける。



- ⑯ ZigBee モジュール (IC8) は、図 19 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。

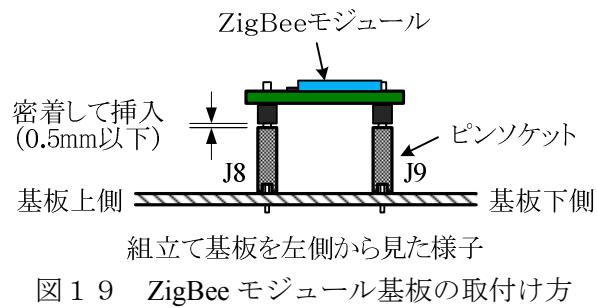


図 19 ZigBee モジュール基板の取付け方

- ⑰ マトリクス LED (LED2) は、図 20(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 20(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。

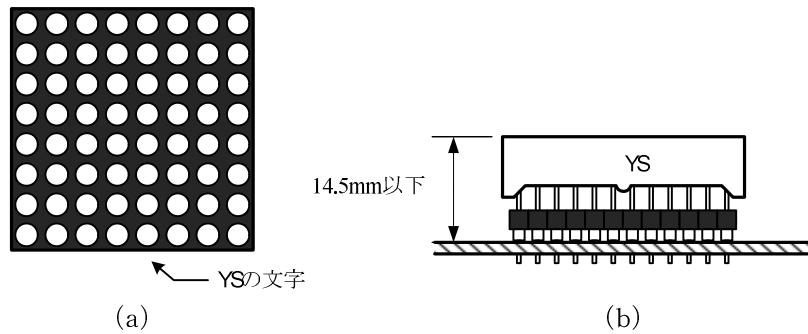


図 20 マトリクス LED の差し込み方

- ⑲ 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 21 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 の保護シートとは、剥がしておいてよい。

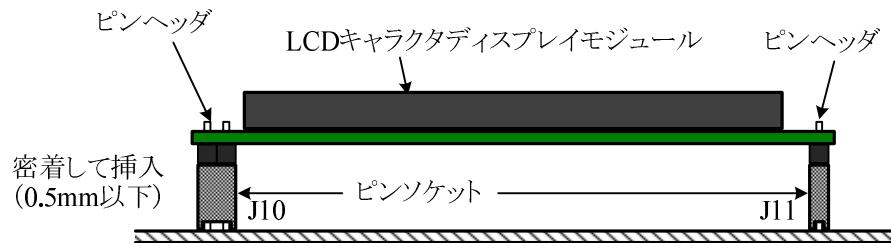


図 21 LCD キャラクタディスプレイモジュールの取付け方

- ⑯ 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。

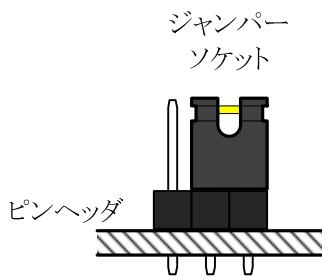


図 2 2 ジャンパーソケットの差し込み方

- ⑰ 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。

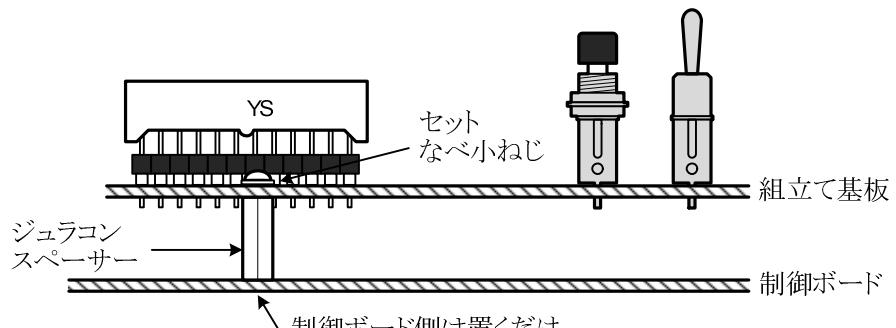
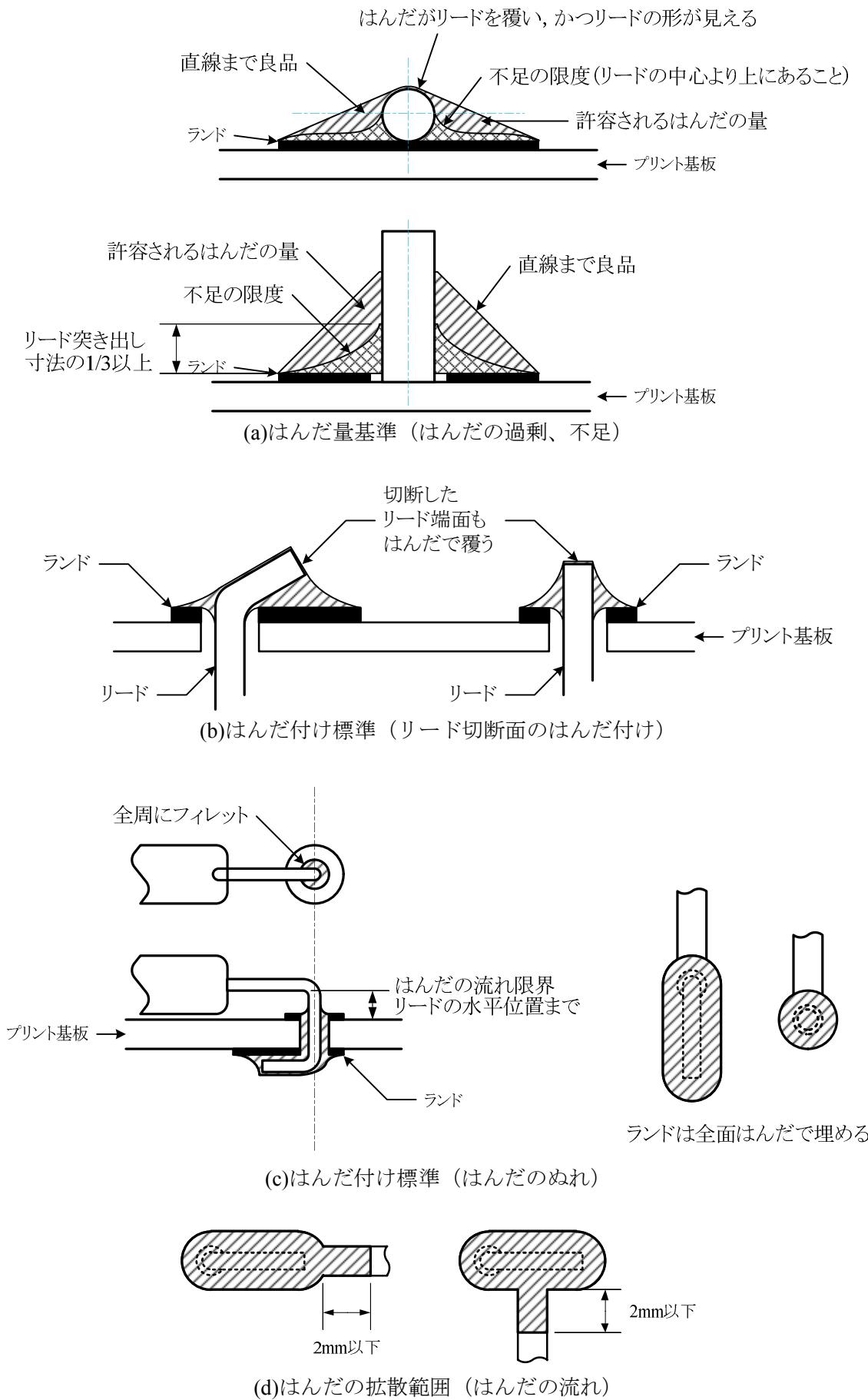


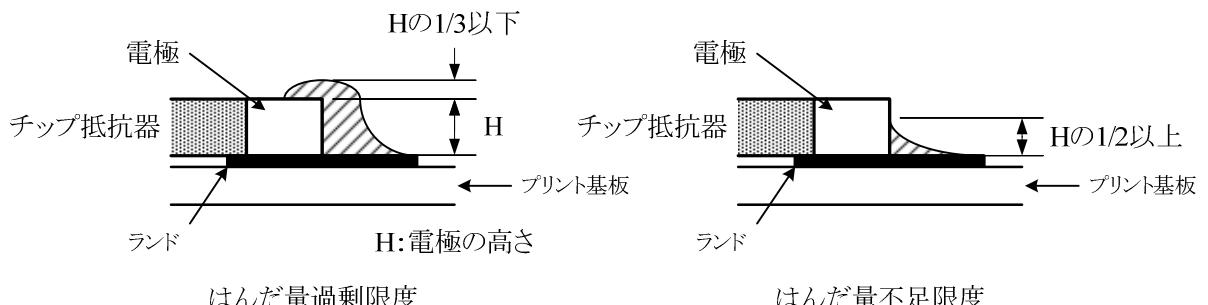
図 2 3 補助スペーサーの取付け方

(3) はんだ付け

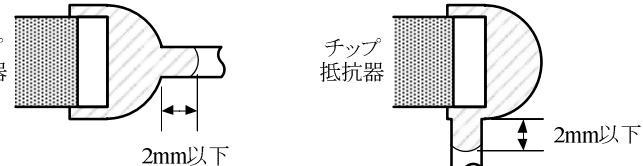
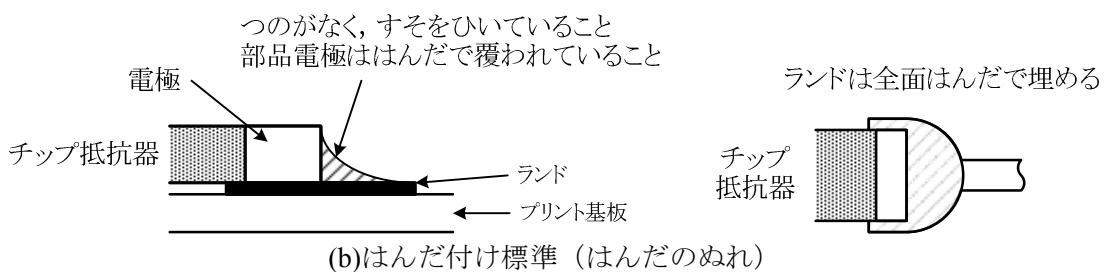
- ① はんだの“ぬれ”については、はんだがランドの表面によく流れ、長く裾を引いていること。
“イモはんだ”にならないよう、また突起が生じないようにはんだ付けする。
- ② スルーホールの表面へのはんだ上がりは、スルーホール全周にフィレットが確認できること。
- ③ プリント基板のランドを剥離させないこと。
- ④ はんだ付け時の熱などで、部品が破損しないこと。
- ⑤ はんだ付けが不要な箇所には、はんだを付けないこと。
- ⑥ ランドのないところで部品リードを接続しないこと。
- ⑦ チップ部品の電極食われや、破損をさせないこと。
- ⑧ 部品を挿入しないスルーホールは、はんだ付けしないこと。
- 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。





(a)はんだ量基準（はんだの過剰、不足）



(c)はんだの拡散範囲（はんだの流れ）

図25 チップ抵抗器のはんだ付け基準

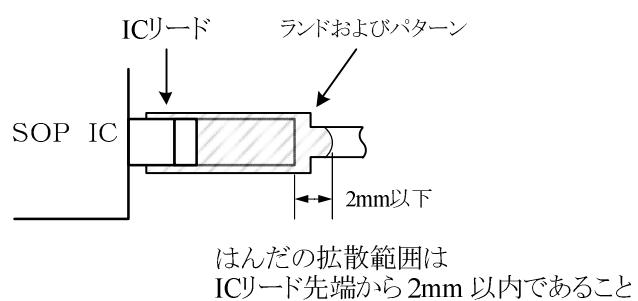
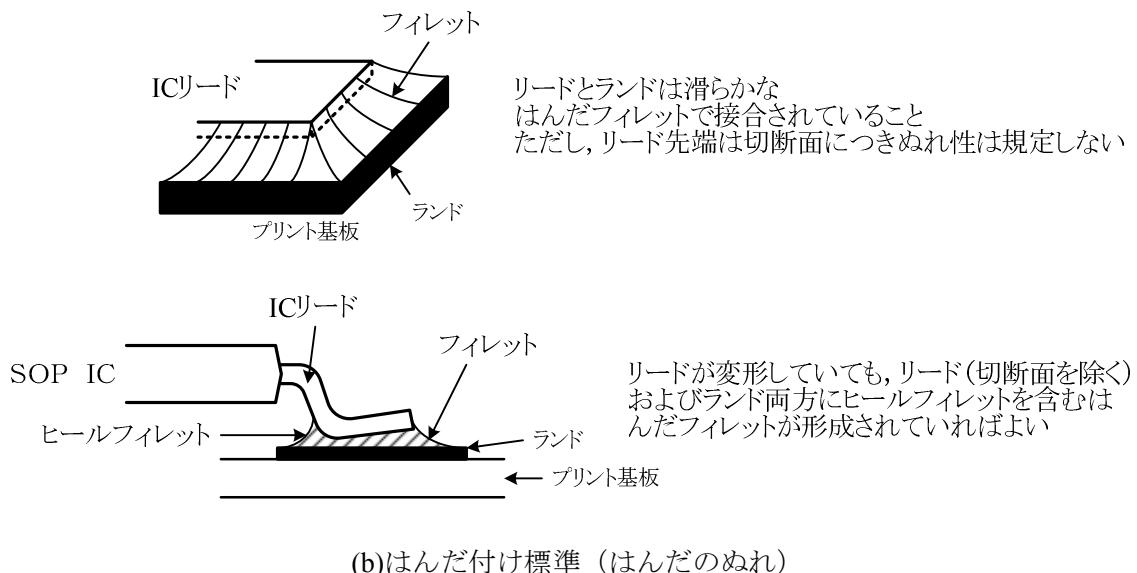
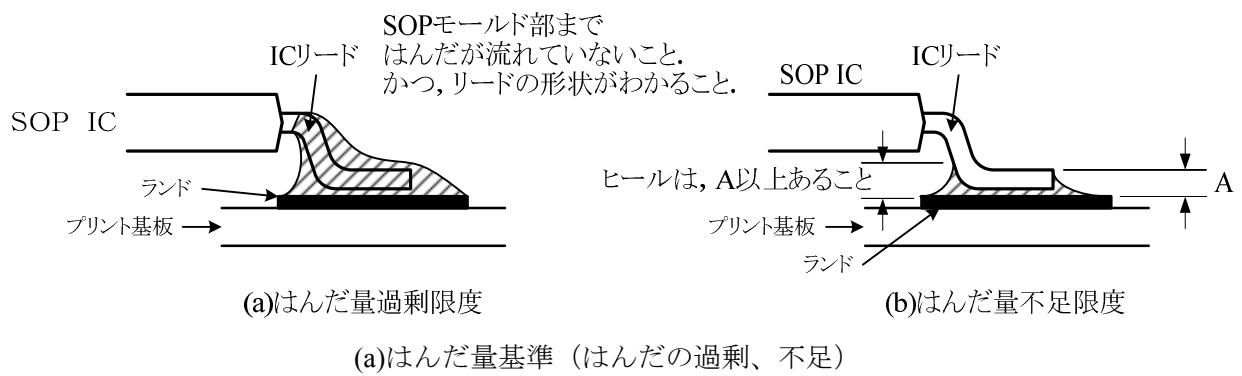


図26 SOP ICのはんだ付け基準

3 制御プログラムの制作

図27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。

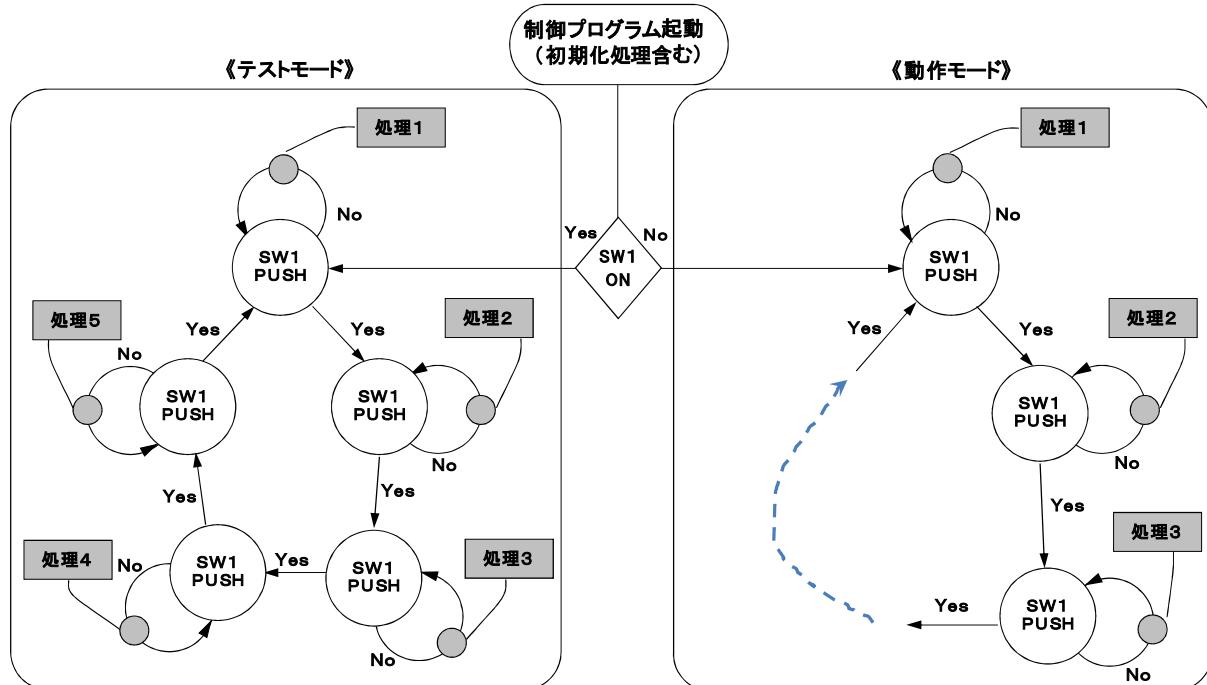


図27 制御プログラムの状態遷移図

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27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は、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) 2色 LED ドットマトリックスに関する仕様

- ① ドットマトリクス 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。
- 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 において、橙は赤と緑の 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。**

(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 5 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）

処理	機能						
処理 1	<p>◆LED チェックモード</p> <p>約 0.5 秒間隔で、赤、緑、橙の横方向点灯列を下から上、又は上から下へ順次スキャン表示する。</p> <ul style="list-style-type: none"> SW2（トグルスイッチ）の操作によってスキャン方向を切り替える。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>SW2 の状態</th> <th>スキャン方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>上側（1 - 2 側）</td> <td>下から上</td> </tr> <tr> <td>下側（2 - 3 側）</td> <td>上から下</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 他処理から本モード（処理 1）に入った場合、表示仕様の初期表示パターンから順次表示する。 LCD の 1 列目には「LED CHECK」と表示させる。 <p style="text-align: center;">LED CHECK</p> <p style="text-align: center;">LCD 表示</p> <p>The timing diagram illustrates the logic flow. SW1's operation triggers the start of processing. SW2's operation (either Up or Down side) controls the scan direction for the LED pattern. The processing states (5, 1, 2) correspond to different display modes: Shift Up, Shift Down, and Shift Up again. The LED display shows a sequence of patterns: Red (0~0.5s), Orange (4~4.5s), Green (0~0.5s), Red (0.5~1s), Orange (2~2.5s), Green (0~0.5s), and Red (0.5~1s). The patterns show a vertical shift of colors over time.</p> <p style="text-align: center;">LED 表示例</p>	SW2 の状態	スキャン方向	上側（1 - 2 側）	下から上	下側（2 - 3 側）	上から下
SW2 の状態	スキャン方向						
上側（1 - 2 側）	下から上						
下側（2 - 3 側）	上から下						

処理2	<p>◆ロータリーエンコーダチェックモード</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"> 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。 回転方向とカウント値の増減の表は以下の通りとする。 <table border="1" data-bbox="239 339 1060 467"> <thead> <tr> <th>回転方向</th><th>カウントの増減</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>右回転</td><td>増加</td></tr> <tr> <td>左回転</td><td>減少</td></tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> LCDのカウント値は-20～20の範囲とする。 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とする。 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。 LCDの1列目には「ROTARY CHECK」と表示させる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> ROTARY CHECK COUNT : 15 </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						
処理3	<p>◆ZigBee チェックモード</p> <p>ZigBeeモジュール設定基板と組立て基板との間でZigBeeによる無線通信を行い、ZigBeeモジュール設定基板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"> 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。 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。 文字の入力開始位置は2列目の1番左からとする。 1列目は常に「Z i g B e e C H E C K」と表示させ、受信データは1列目に表示させない。 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。 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。 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。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Z i g B e e C H E C K J Y A K U M O N O 8 t h </div> <p>LCD表示例 (「J Y A K U M O N O 8 t h」と入力した場合)</p>						

処理 4	<p>◆A/D チェックモード</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"> 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) 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。 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。 LCD の 1 列目には「A／D C H E C K」と表示させる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> A／D C H E C K V R 2 = 6 7 8 </div> <p>LCD 表示例 (A/D 変換値が 678 の場合)</p>						
処理 5	<p>◆ブザー チェックモード</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"> SW2 の向きとブザー状態の表は以下の通りとする。 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>SW2 の状態</th> <th>ブザー状態</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 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) LCD の 1 列目には「B U Z Z E R C H E C K」と表示させる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> B U Z Z E R C H E C K </div> <p>L C D 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						

(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）を用いて読みやすくする。
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て箇所で定義する。

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) { 处理; } else { 处理; } while(条件文) { 处理 1; 处理 2; }</pre>	<pre>If(条件文) { 处理; } else { 处理; } while(条件文){ 处理 1; 处理 2; }</pre>

- ③ 空白の使い方。

良い例	良くない例
j = i++;	j=i++;
for (i = 0; i < 10; i++)	for(i=0;i<10;i++)
If(条件文)	If(条件文)

- 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

```
void main(void)
{
    处理 1;
    test();      // 处理 3

    处理 2;
    test();      // 处理 3

}

void test(void)
{
    处理 3;
}
```

良くない例

```
void main(void)
{
    处理 1;
    处理 3;

    处理 2;
    处理 3;

}
```

⑥ ネストの例。

良い例

```
void main(void)
{
    for ( 条件 1 )
    {
        for ( 条件 2 )
        {
            process();
        }
    }
}

void process(void)
{
    if ( JP1 )
    {
        if ( JP2 )
        {
            for ( 条件 3 )
            {
                处理;
            }
        }
    }
}
```

良くない例

```
void main(void)
{
    for ( 条件 1 )
    {
        for ( 条件 2 )
        {
            if ( JP1 )
            {
                if ( JP2 )
                {
                    for ( 条件 3 )
                    {
                        处理;
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

⑦ グローバル変数の例。

良い例

```
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;
}
```

良くない例

```
//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;
}
```

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に書き込み、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 モジュール設定基板とパソコンをシリアルケーブルで接続する。”ZigBee モジュール設定基板取り扱い説明書(テストモード).pdf”の「4. 組立て基板との無線通信(テストモード処理 3)」を参照すること。
- ② パソコンを起動し、ターミナルソフト（ハイパーテーミナル、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 5」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）にジャンパーソケット(JS1)を挿入しておくこと。これにより、可変抵抗器(VR2)で設定した電圧を RA0 に入力することができる。
- 3) ZigBee モジュール設定基板を用いて、組立て基板と ZigBee モジュール設定基板の 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 モジュール設定基板取り扱い説明書(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

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

ZigBee モジュール設定基板の ZigBee モジュール

- ① Baudrate : 9600bps
- ② Dest. 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 → フォルダ名
氏 名 : 若年 太郎 : ¥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 に書き込む。
- ⑤ 制御ボードの電源を切る(AC アダプタは接続しておく)。
- 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、接続ケーブルなど貸出し機器をまとめておく。
- 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、PIC ライタ、ライターケーブル、AC アダプタなどの貸出し物品を回収する。(競技員控室にて採点を始める。)
- 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。

ZigBee モジュール設定基板取り扱い説明書

ZigBee モジュール設定基板は、ZigBee モジュールの内部設定を行うために使用する基板である。モジュールのシリアルポートは、外部のパソコンと接続され、以下に示す方法で ZigBee モジュールの内部設定を変更することができる。競技参加者は、本設定基板により、組立て基板と ZigBee モジュール設定基板の ZigBee モジュールを大会で指定された下記の内部設定にして、競技に参加すること。

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

ZigBee モジュール設定基板の 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

1. ZigBee モジュール設定基板の構成

図1は、ZigBee モジュール設定基板の構成図を表している。ZigBee 無線モジュールは、シリアルポートを有しており、他の ZigBee 無線モジュールと無線通信により送受信するデータを、このシリアルポートを通じて、接続機器と入出力する事が出来る。本設定基板は、SW2 により接続機器をパソコンか外部マイコンに切り替えることが出来る。ZigBee モジュールの内部設定を変更する場合は、パソコン側へ接続する。ただしこの場合、パソコンから入力されたデータが ZigBee モジュールの内部に設定されるだけなので、本基板の ZigBee モジュールから他の ZigBee モジュールに無線で送受信されるデータはない。詳細は、“3. ZigBee モジュールの内部設定方法”を参照すること。SW2 を外部マイコン側にすることによって、本設定基板に接続される外部マイコンと他の ZigBee 無線モジュール(例えば加速度検出ボード)との間の無線によるデータの送受信を実現することが出来る。

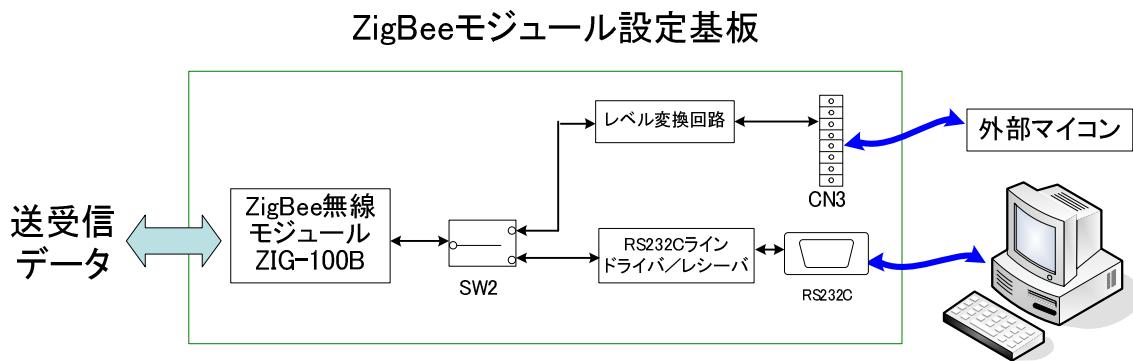


図1 ZigBee モジュール設定基板の構成図

2. ZigBee モジュール設定基板の回路図

図2～5は、ZigBee モジュール設定基板の外観図、回路図、部品配置図（表面）、部品配置図（裏面）、表1は部品表である。以下に、番号を振った部分について主な用途を示す。

- ① SW1 : ZigBee モジュールのリセットスイッチで、ZigBee モジュールの内部設定を行うときに使用する。
- ② SW2 : ZigBee モジュールのシリアルポートの接続先を切り替えるスイッチで、PC 側はパソコンに、EXT CPU 側は外部マイコンに接続される。
- ③ SW3 : 本基板に電力を供給する電源を切り替えるスイッチで、Int 側は基板上の電池(006P)を選択、Ext は CN1,CN2,CN3 のいずれかに接続される外部電源を選択することになる。通常は、Ext 側にして、電池の消耗を防ぐことができる。
- ④ ZigBee モジュールが装着される位置である。ZigBee 無線モジュールを設定基板から取り外したり、装着する際には、必ず設定基板の電源をOFFにすること。また、ZigBee 無線モジュールの取り付け方向に十分注意して、逆刺ししないようにすること。破損する恐れがあります。

- ⑤ SW 3 で Ext:外部電源を選択した場合に使用するコネクターのうちのひとつ(CN1)で、外部電源回路などに接続する。ただし、入力電圧は DC7V～25V とする。
- ⑥ SW 3 で Ext:外部電源を選択した場合に使用するコネクターのうちのひとつ(CN2)で、AC アダプタを接続する。ただし、入力電圧は DC7V～25V とする。
- ⑦ SW 2 で EXT CPU:外部マイコンを選択した場合に使用するコネクター(CN3)である。
- ⑧ SW 2 で PC:パソコンを選択した場合に、シリアルケーブルを接続するコネクターである。
- ⑨ LED 1 で、外部の ZigBee モジュールとの通信が確立すると、点滅が止まり点灯し続ける。



図 2 ZigBee モジュール設定基板の外観図

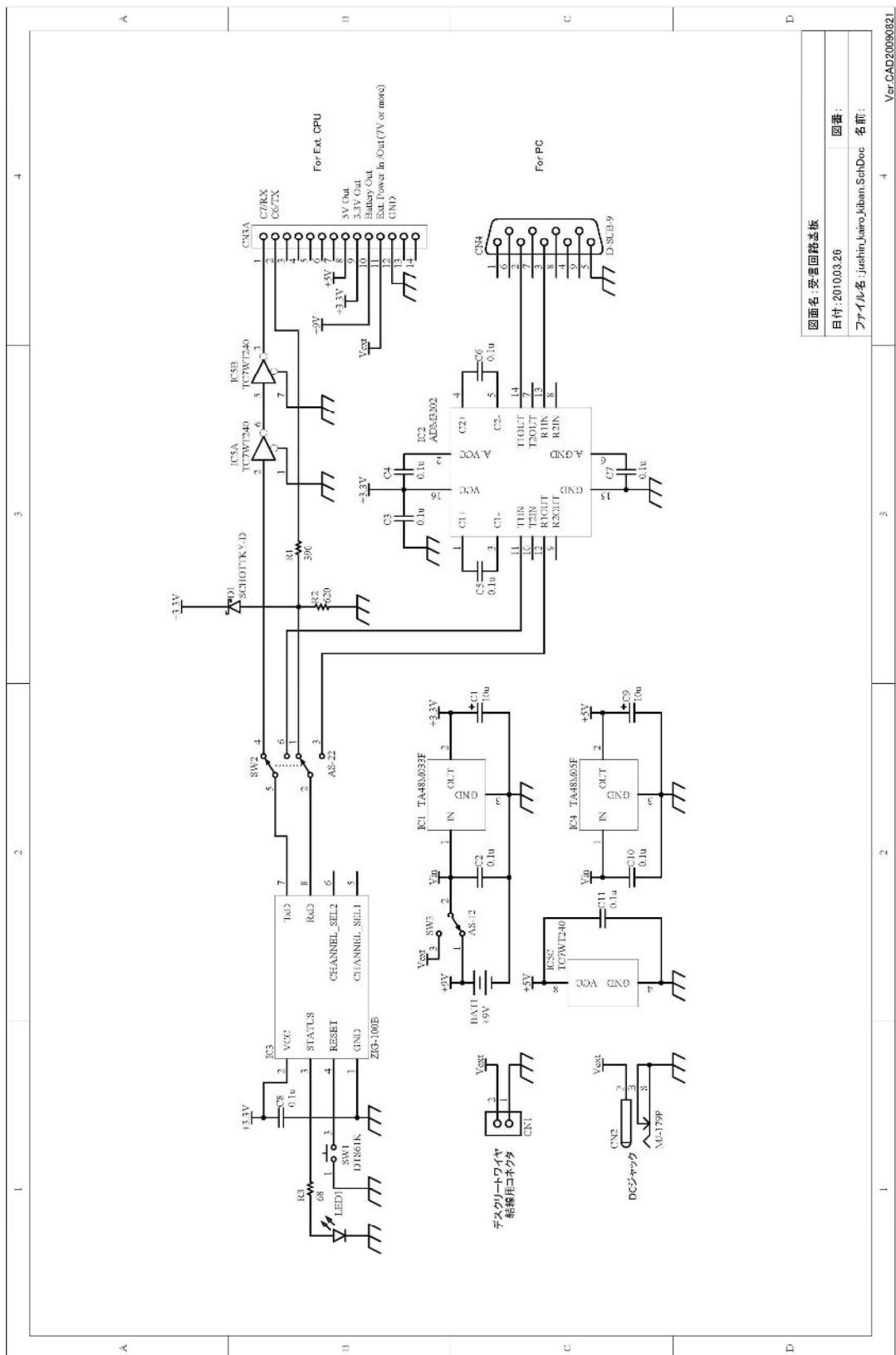


図3 ZigBeeモジュール設定基板回路図

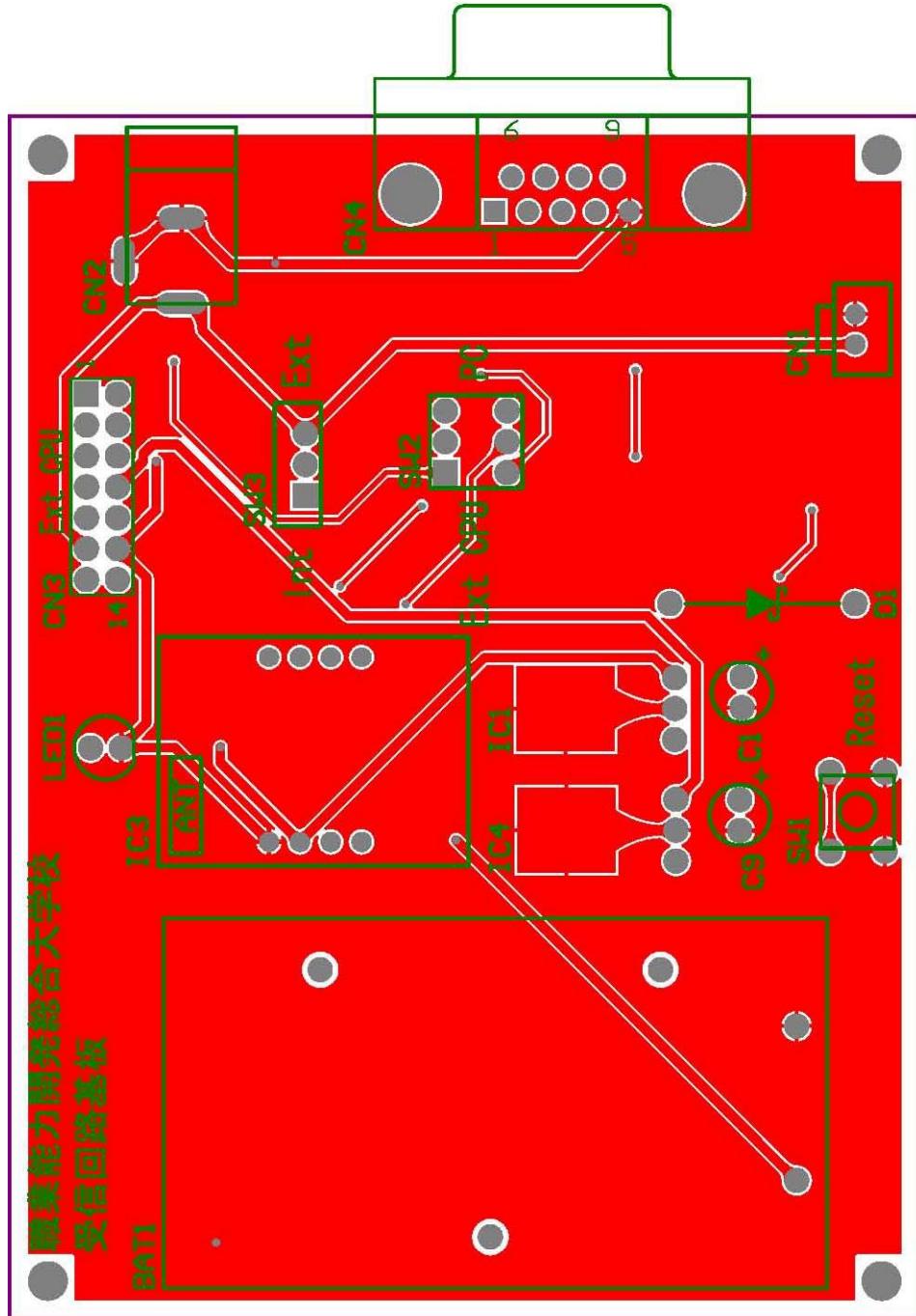


図4 ZigBeeモジュール設定基板部品配置図（表面）

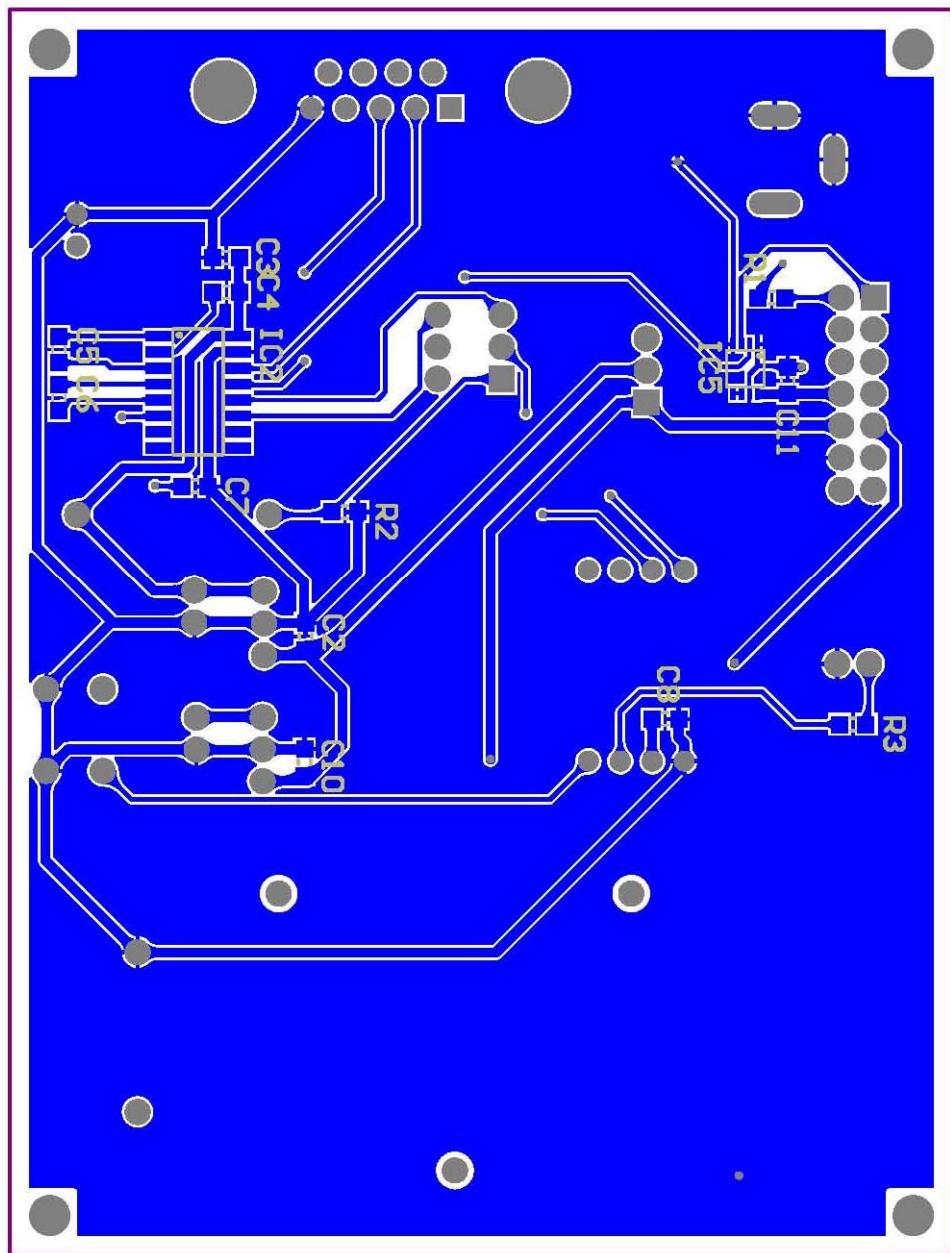


図5 ZigBee モジュール設定基板部品配置図（裏面）

ZigBeeモジュール設定基板 部品表

部品記号	品 名	定格・形式	製造会社	数量
CN1	コネクタ DF1シリーズ ピンヘッダー・ストレートタイプ 2極	DF1-2P-2.5DSA(05)	ヒロセ電機	1
CN2	2.1mm標準DCジャック(基板取付用) MJ-179P	C-00077	秋月電子通商	1
CN3	ピンヘッダ(オス) 14P(2×7)	C-00166	秋月電子通商	1
CN4	Dサブ コネクタ 9P・メス(基板取付用Lタイプ) [インチネコ-00645]		秋月電子通商	1
IC1	3端子レギュレータ(3.3V)	I-00538(TA48M033F)	秋月電子通商	1
IC2	RS-232Cライン・ドライバ／レシーバ	I-01279(ADM3202ARNZ)	秋月電子通商	1
IC3	無線モジュール	ZIG-100B	㈱ベストテクノロジー	1
IC4	3端子レギュレータ(5V)	I-00451(TA48M05F)	秋月電子通商	1
IC5	ワングートロジック	TC7WT240FU	東芝セミコンダクター社	1
SW1	タクトキー ボードスイッチ	DTS61K [RS品番378-6375]	APEM [RSコンポーネンツ]	1
SW2	スライドスイッチ	AS-22AP	日本開閉器	1
SW3	スライドスイッチ	AS-12AP	日本開閉器	1
D1	ショットキーダイオード	I-01707	秋月電子通商	1
LED1	LED赤色	I-00624	秋月電子通商	1
BAT1	電池ボックス006P用	BH-9VPC	COMF	1
C1, C9	電界コンデンサー	ECEA1CKS100	Panasonic	2
C2~C8,C10,C11	積層セラミックチップコンデンサ 0.1 μ F/50V	GRM188B31H104KA92B	村田製作所	9
R1	角形チップ抵抗器 390 Ω \pm 5% 0.1W	RK73B1JTTD391J	KOA	1
R2	角形チップ抵抗器 620 Ω \pm 5% 0.1W	RK73B1JTTD621J	KOA	1
R3	角形チップ抵抗器 68 Ω \pm 5% 0.1W	RK73B1JTTD680J	KOA	1
	黄銅ナベ小ネジM3 10mm(SW・PW付)	B-0310-S1	廣杉計器	2
	黄銅 平ワッシャー M3	BW-0306-05	廣杉計器	2
	鉄 スプリングワッシャー M3	FSW-03	廣杉計器	2
	黄銅 六角ナット M3	BNT-03	廣杉計器	2
	黄銅ナベ小ネジM2 8mm	B-0208	廣杉計器	3
	黄銅 平ワッシャー M2	BW-0206-04	廣杉計器	3
	鉄 スプリングワッシャー M2	FSW-02	廣杉計器	3
	黄銅 六角ナット	BNT-02	廣杉計器	3

表 1 ZigBee モジュール設定基板部品表

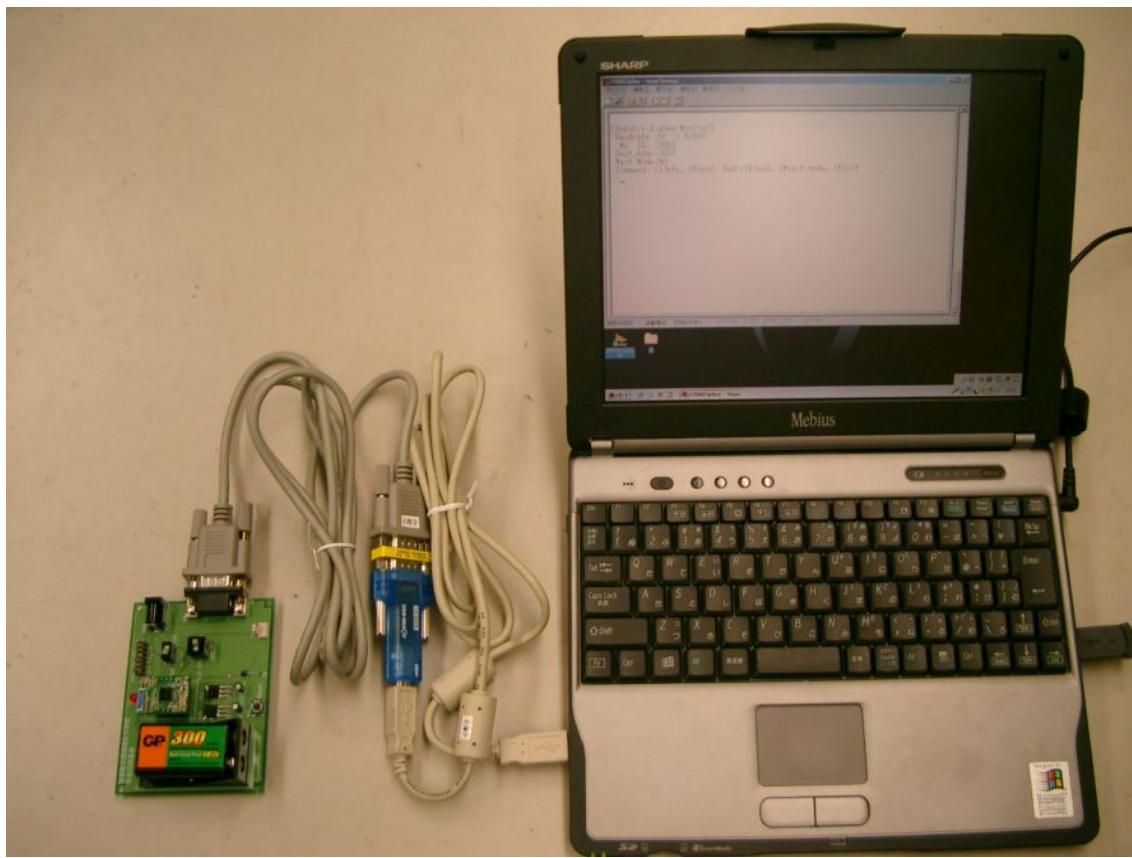


図 6 ZigBee モジュールの内部設定を行うための接続例

3. ZigBee モジュールの内部設定方法

ZigBee モジュールは、使用する前に次に示す項目について内部設定する必要がある。

- ① Baudrate : ZigBee モジュールと接続機器間の通信速度を設定する。
- ② 相手のアドレス : ZigBee モジュールは、個体ごとに 16 進数で 4 桁のアドレス(My Address)を持っており、出荷時に設定される。(ユーザーが勝手に変更することは出来ない。また、My Address は ZigBee モジュールの裏側に張ってあるシール上に印刷されている。) ここでは、無線で送受信する相手方の ZigBee モジュールの My Address を設定する。
- ③ 動作モード : Peer-to-Peer モード、Waiting モード、Broadcasting モードの 3 種類の動作モードがあり、いずれか一つを選ばなければならない。

図 6 は、ZigBee モジュールの内部設定を行うための接続例を示している。以下に操作手順を記述する。

– 1 –

内部設定を行いたい ZigBee 無線モジュールを ZigBee モジュール設定基板に装着する。ZigBee 無線モジュールは、設定基板に固定されている専用のコネクターから取り外したり、

装着することができる。ZigBee 無線モジュールを設定基板から取り外したり、装着する際には、必ず設定基板の電源をOFFにすること。また、ZigBee 無線モジュールの取り付け方向に十分注意して、逆刺ししないようにすること。破損する恐れがあります。

－ 2 －

パソコンを起動し、ターミナルソフト（テラターム等）を立ち上げて、ZigBee モジュール設定基板とパソコンをシリアル(COM)ポートにより接続する。ターミナルソフトの通信設定は、以下の通りとする。[57600bps・パリティ無し・1ストップビット・フロー制御無し]

－ 3 －

ZigBee モジュール設定基板の電源をONにした後、パソコンのキーボードで「！」を押しながら、ZigBee モジュール設定基板のリセットスイッチSW1を押す。すると、図7のような表示がターミナルソフトの画面に現れ、内部設定モードに入る。(もし現れない場合は、パソコンと ZigBee モジュールは正常に通信出来ていません。ターミナルソフトで使用している COM ポートのナンバー、ハードウェアの接続などの設定を再確認すること。)

－ 4 －

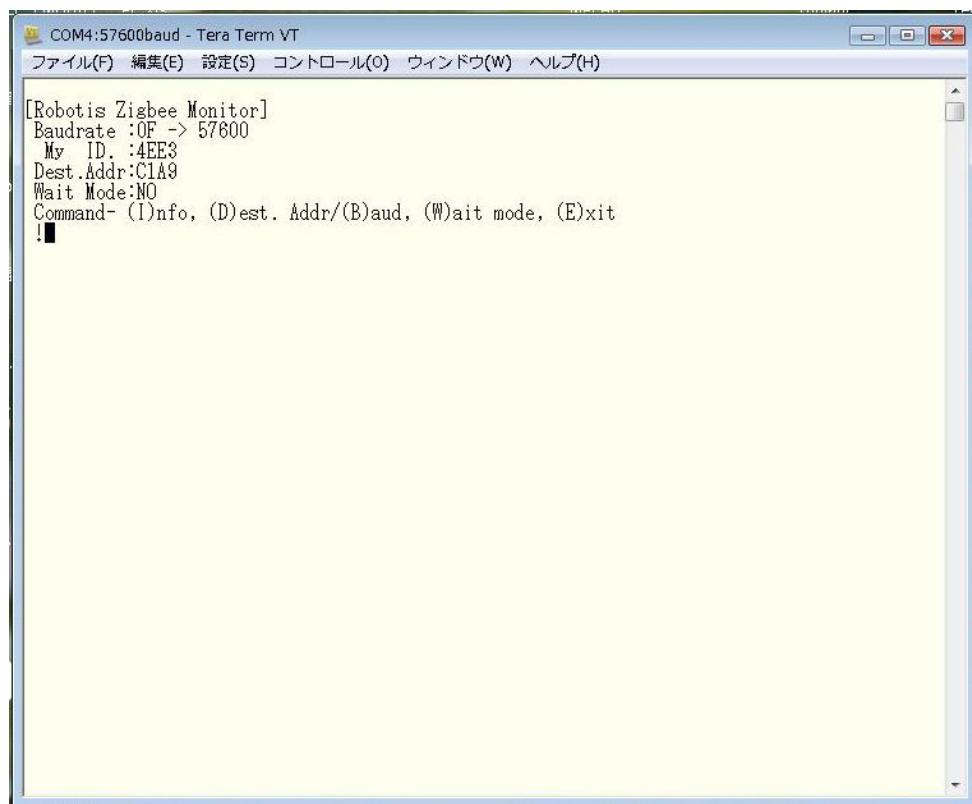
今回の大会では、組立て基板と ZigBee モジュール設定基板とも、ZigBee モジュールに対して次の内部設定を行う。

- ① Baudrate : 9600bps なので、ターミナルソフト上で”b”を入力し、”5F”を入力する。
- ② 相手のアドレス：組立て基板上の ZigBee モジュールには、ZigBee モジュール設定基板上の ZigBee モジュールの My Address を、ZigBee モジュール設定基板上の ZigBee モジュールには、組立て基板上の ZigBee モジュールの My Address を、それぞれ設定する。ターミナルソフト上で”d”を入力し、相手方のアドレス”xxxx”を入力する。
- ③ 動作モード：Peer-to-Peer モードに設定。②で相手のアドレスを設定すると、通常は Wait Mode: No の状態となり、Peer-to-Peer モードの設定となる。もし Wait Mode: YES の状態となっていたら、ターミナルソフト上で”w”を入力し、Wait Mode: No の状態にすること。

－ 5 －

内部設定が、正確に行われているかを確認するため、ターミナルソフト上で”i”を入力する。ZigBee モジュールの現在の内部設定の情報が図8のように表示されるので、内容を確認すること。内部設定が正常に行われていることが確認できたら、ターミナルソフト上で”e”を入力して、内部設定モードを終了する。

なお、ZigBee 無線モジュールの詳細な取り扱いについては、配布したCDの”data sheet”ホルダーに保存されている ZIG-100B のデータシート”BTX025 ZIG-100B.pdf”ファイルを参照すること。

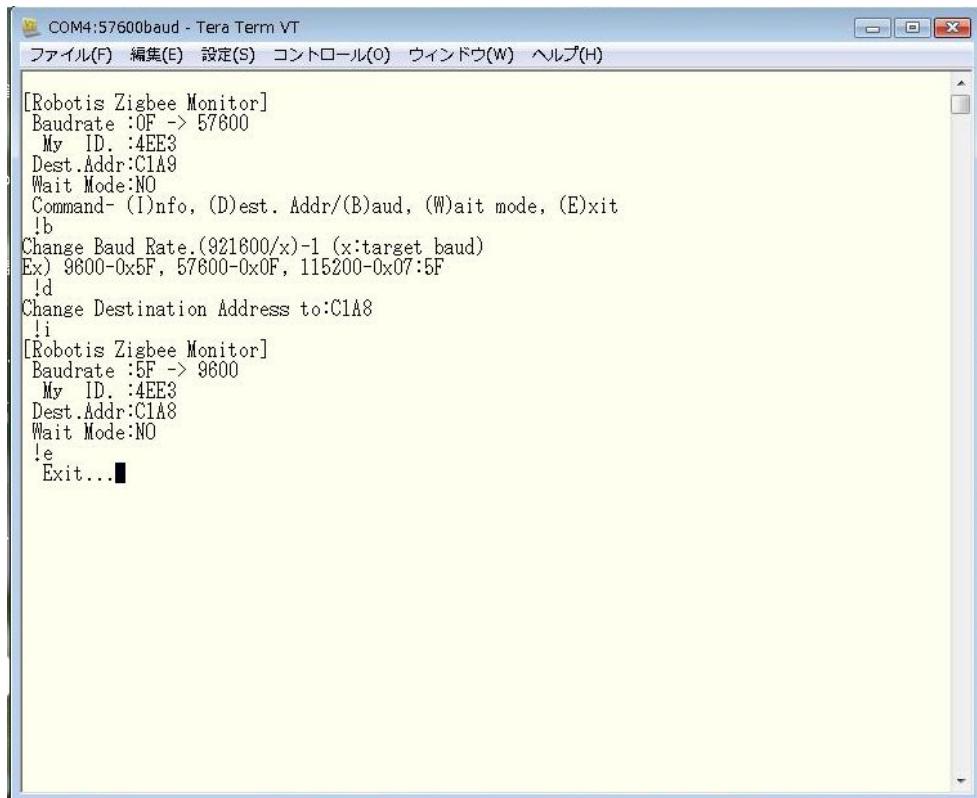


COM4:57600baud - Tera Term VT

ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

[Robotis Zigbee Monitor]
Baudrate :0F -> 57600
My ID. :4EE3
Dest.Addr:C1A9
Wait Mode:NO
Command- (I)nfo, (D)est. Addr/(B)aud, (W)ait mode, (E)xit
!■

図 7 内部設定モード画面



COM4:57600baud - Tera Term VT

ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

[Robotis Zigbee Monitor]
Baudrate :0F -> 57600
My ID. :4EE3
Dest.Addr:C1A9
Wait Mode:NO
Command- (I)nfo, (D)est. Addr/(B)aud, (W)ait mode, (E)xit
!b
Change Baud Rate.(921600/x)-1 (x:target baud)
Ex) 9600-0x5F, 57600-0x0F, 115200-0x07:5F
!d
Change Destination Address to:C1A8
!i
[Robotis Zigbee Monitor]
Baudrate :5F -> 9600
My ID. :4EE3
Dest.Addr:C1A8
Wait Mode:NO
!e
Exit...■

図 8 内部設定確認画面

4. 組立て基板との無線通信(テストモード 处理3)

図9は、テストモードを実行する際の典型的な配置を示している。ZigBee モジュール設定基板は、パソコンとシリアルケーブルで接続される。設定基板の SW2 は PC 側、SW3 は EXT 側にして AC アダプタから電源を供給する。パソコンを起動し、ターミナルソフト（ハイパーテーミナル、テラタームなど）を立ち上げる。ターミナルソフトのシリアルポートの通信設定は、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

組立て基板を装着した制御ボードを用いて、「競技仕様書(1)」の「3. 2 制御プログラムの動作仕様 (1) テストモードの仕様」の「処理 3」により動作を確認する。図10 は、パソコンの CRT 画面の出力例を表している。



図9 典型的配置

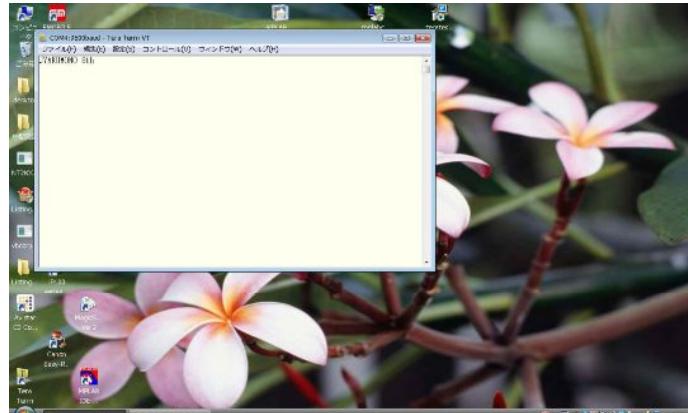


図10 CRT 画面(エコーバックの結果)