

技能競技大会を活用した 人材育成の取組マニュアル

電子機器組立て職種編



はじめに

技能五輪全国大会をはじめとする技能競技大会は、国内の青年技能者の技能レベルを競うことにより、青年技能者に努力目標を与えるとともに、技能に身近に触れる機会を提供するなど、広く国民一般に対して、技能の重要性、必要性をアピールし、技能尊重気運の醸成を図ることを目的として実施されており、近年参加選手数が増加傾向にあるなど、活性化を見せています。

この理由として、技能競技大会が単に技能レベルを競い合う大会であるだけでなく、大会参加に向けた訓練を通じて技能レベルはもとより、段取り構成力、応用力、判断力、忍耐力など、技能者として必要な人格形成にも大きな影響を及ぼし、将来、ものづくり立国日本を支え、日本のマザー工場機能を維持するのに必要な中核技能者の育成に大きな役割を果たしていることが挙げられます。

しかしながら、技能競技大会に出場するには各都道府県で開催される地方予選を勝ち抜き、決められた大会会場に集まる必要があるため、会場から遠方の企業や、訓練方法のノウハウを持たない企業にとってはハードルが高いことは否めません。

このため厚生労働省では、「ものづくりマイスター」が企業、職業訓練施設、工業高校等の若年者に対して、技能競技大会の競技課題等を活用した実技指導等を行うことにより、若年技能者を育成する新しい事業を創設しました。

「技能競技大会を活用した人材育成の取組マニュアル」は、「ものづくりマイスター」はもとより、企業、職業訓練施設、工業高校等の関係者が、技能競技大会の競技課題等を活用した人材育成等を理解し、訓練計画の策定、実技指導等を行う際に使用されることを想定して作られており、製造、建設業関係の職種について、職種共通編及び職種別編の2種類から構成されています。

職種共通編では、①技能競技大会の競技課題等を活用した訓練の特徴及び人材育成の効果、②技能競技大会の競技課題等を活用した訓練の取組方法の概要、③技能競技大会及び技能検定の職種の課題の入手方法などが説明されています。

職種別編では、①競技課題の概要、②競技課題が求める技能の内容、③採点基準、④技能習得のための訓練方法、⑤課題の実施方法（作業手順）、⑥期待される取組の成果などを説明しています。

これらのマニュアルのほかに、技能競技大会の競技課題等を活用した訓練による人材育成の具体的な取組について、企業、教育訓練機関での事例を紹介した「好事例集」も作成されています。そちらも参考としてください。

最後に、ご多忙の中、本マニュアル作成にご協力いただいた方々に心から感謝申し上げます。

矢島 康治（神奈川県立産業技術短期大学校）

花山 英治（職業能力開発総合大学校）

清野 政文（職業能力開発総合大学校）

宮崎 真一郎（職業能力開発総合大学校）

田村 仁志（職業能力開発総合大学校）

（敬称略、順不同）

【実演協力】

トヨタ自動車株式会社

目 次

1	このマニュアルの使い方	1
2	電子機器組立て職種に求められる技能	2
3	競技課題の概要	3
	(1) 材料、使用工具等	
	(2) 課題条件及び製作物	
	(3) 大会の様子	
4	競技課題が求める技能の内容	9
	(1) 電子機器の組立て	
	(2) ハードウェア設計	
	(3) プログラム作成	
	(4) 故障解析と修理	
5	採点基準	12
	(1) 各項目の採点ポイント	
	(2) 採点内容と採点方法	
	(3) 採点および順位	
	(4) 大会の成績結果	
6	技能要素習得のための訓練方法	16
	(1) 課題で必要になる技能要素	
	(2) 訓練のポイント・心構え	
	(3) 課題への対応	
	(4) 制限時間内に仕上げるためには	
	(5) 技能要素習得カリキュラム例	
	(6) 訓練の例	
7	課題の実施方法（作業手順）	19
	(1) 事前準備	
	(2) 作業場の準備	
	① 工具類の準備	
	② 測定器	
	③ PC	
	④ マニュアル等	
	(3) 課題Ⅰ：組込みシステムの設計及び製作	
	[1] 競技準備	

- [2] MP3 プレーヤーの組立て
 - [3] 電子回路基板・機器のハードウェアの設計
 - [4] 回路図の作成（電子回路 CAD 使用）
 - [5] プリント基板の設計（電子回路 CAD 使用）
 - [6] 試作基板の組立て
 - [7] 回路の測定
 - [8] 組込みプログラムの設計・実装・テスト
 - [9] 電子回路解析と測定
 - [10] 提出
- (4) 課題Ⅱ：電子機器の測定・故障解析
- [1] 競技準備
 - [2] 修理
 - [3] 測定
 - [4] 提出

8 期待される取組の成果

65

- (1) 技能五輪全国大会の目的と目標
- (2) 指導方針
- (3) 電子機器組立て職種の特徴
- (4) 技能五輪後の業務

巻末資料

第 51 回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種 競技課題

公表1 競技概要、採点概要、持参工具等一覧表、組立競技課題「MP3 プレーヤー」の組立て回路図、部品配置図、パターン図、部品表、調整チェックシート

公表2 競技仕様書集（競技会場基準、競技設備仕様、競技仕様、基本仕様）

当日公表

(初日) 競技Ⅰ 課題仕様書、別添資料

(2日目) 競技Ⅱ 課題仕様書、「LED 照明スタンド」取扱説明書、「情報レシーバ」取扱説明書、回路図、部品配置図、組立図、部品表、測定シート、修理作業報告書、部品請求用紙

1 このマニュアルの使い方

この職種別マニュアルには、技能五輪全国大会の競技課題や採点基準（公開が可能な部分）の他、その課題の具体的な実施方法（作業手順）や競技課題を通して培った技能を現業でどのように役立てるかのヒントとなる事例等を記載している。

特に、「課題の実施方法（作業手順）」については、課題実施の作業手順を写真や解説で紹介し、現場でスムーズな実技指導が行えるよう配慮している。しかしながら、そもそも技能五輪全国大会の競技課題は、多くの要素技能を含んでいること、限られた時間内で完成させなければならないこと等から、受講者によっては、短時間・短期間の訓練で課題全てを完了させることは難しいと考える。

本マニュアルの利用にあたっては、訓練時間・訓練期間等を考慮の上、受講者の技能レベルに合わせて必要な箇所（特定の一部作業の実施手順等）を利用されることをお勧めする。

本マニュアルを参照し、若年者に技能を身につけさせる指針として活用願いたい。

次ページ以降の各項目の記載内容の概要は以下のとおり。

項目	概要
2 電子機器組立て職種に求められる技能	競技に限らず、電子機器組立て職種に携わる技能者が実務上必要となる技能について、一般論を記載。
3 競技課題の概要	本マニュアルで取り上げる競技課題の概要。競技では、何を材料に、何（課題条件）を手がかりにして、何（製作物）を作るのかについて掲載。
4 競技課題が求める技能の内容	作業手順を勘案しつつ、競技課題が求めている具体的な技能の内容（要素）について列挙するとともに、それぞれについて求められる技能レベルについて掲載。また、競技課題を制限時間内に仕上げるポイント、参加者・指導者のコメント等を紹介。
5 採点基準	どこを採点対象とするのか等、採点基準や評価方法について、今後の大会運営に支障を来さない範囲で掲載。合わせて実際の大会結果についても掲載する。
6 技能習得のための訓練方法	先に記述した技能要素を習得するための訓練方法の一例について掲載。
7 課題の実施方法（作業手順）	技能五輪で優秀な成績を収めた企業等の事例。技能のポイント、具体的な課題作製の手順、取組・作業のポイント等を紹介。
8 期待される取組の成果	技能五輪で優秀な成績を収めた企業等の事例。競技課題を用いた訓練等を行う目的や期待する成果等について紹介。

2 電子機器組立て職種に求められる技能

身近なIT端末として手放すことができないスマートフォンや携帯電話、デジタル技術で高画質・高精細になった薄型テレビ、そしてますますIT化・電気・電子化が進む自動車等、身の回りにあるほとんどの工業製品には電子機器が組み込まれている。電子機器は、抵抗やコンデンサ、集積回路（IC）やマイクロプロセッサなど、種々の電子部品をプリント配線板に実装した電子回路を中心に構成されている。「電子機器組立て」職種には、設計図どおりに回路を組み立てるスキルだけでなく、技術者が設計した「もの」を具現化し、適切に動作させるための多彩なスキルが求められる。ハードウェアとソフトウェアの能力を併せ持つ技能者は、設計と製造の橋渡し役として、ものづくりを基礎から支えている。現代社会の基盤を支える電子技術、その電子技術の活用に貢献するのが電子機器組立て職種であり、電子機器を自由に操る技能の向上を図ることが求められている。

電子機器組立て職種に求められる技能は、次の6つに大別することができる。

(1) 電子機器の組立スキル

仕様どおりに、短時間で、はんだ付け等を駆使し、正確に電子機器を組み立てる技能。

- ・製品化される電子機器に搭載するための専用プリント板への電子部品実装技能
- ・製品化に向けた開発段階で必要となる試作基板をユニバーサル基板で製作する技能

(2) 回路設計スキル

電子回路の幅広い知識を基に、仕様を満たす電子回路を考え出す能力。

- ・デジタル回路、アナログ回路に関する基礎知識
- ・センサを始めとする電子部品に関する知識
- ・部品定数を理論に基づいて算出する技術計算力

(3) 回路図作成スキル、基板設計スキル

電子回路CADを使いこなし、電子回路を具現化するための能力。

- ・設計した回路を、正確かつ読みやすく回路図に描く技能
- ・回路図から基板組立てに必要な電子部品の配置と配線パターンを設計する技能

(4) プログラム設計スキル

電子機器に組み込まれたマイコンに、所望の動作を実現するソフトウェアを設計する技能。

- ・ハードウェアを意識したプログラミング能力
- ・保守性や可読性に配慮したC言語コーディング技能

(5) 故障解析と修理スキル

電子機器の不良状況を把握し、適切な方法で修理する技能。

- ・オシロスコープ等の計測器を駆使して故障原因を究明する能力
- ・不良箇所を適切な方法で修理する技能
- ・故障状況や修理方法を報告書にまとめる技能

(6) 測定スキル

各種計測器を用いて電子回路を正確に測定する能力

- ・デジタルマルチメータやオシロスコープ等、計測器を活用する技能
- ・測定結果を適切なグラフにまとめ、正確に波形を記録する技能

3 競技課題の概要

本マニュアルでは第51回技能五輪全国大会の課題を取り扱う。

競技は2日間に分けて行われる。

1日目の課題Ⅰでは、マイコンが組み込まれた電子回路基板・機器（いわゆる「組込みシステム」）の設計・製作を7時間かけて行う。製作するものの一部は事前に公開されるが、課題の詳細は当日に公表される。

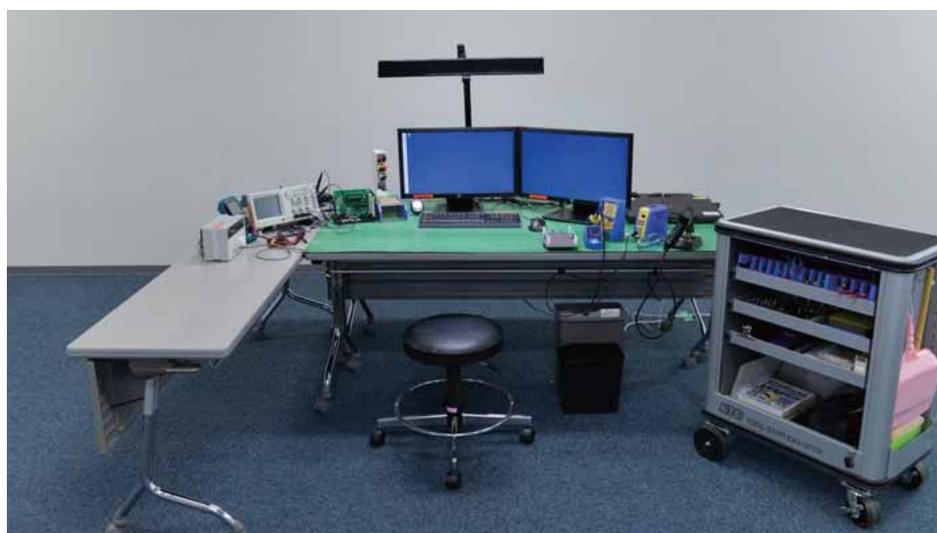
2日目の課題Ⅱでは、マイコンが組み込まれた電子回路基板・機器の故障等の修理と、電子回路の特性の測定を2時間30分かけて行う。対象となる機器及び関係資料は当日に公表・配付される。

事前公表された [公表1](#) 競技課題の概要及び大会2か月前に関係者に配布される [公表2](#) 競技仕様書集、当日公表された課題仕様書（競技Ⅰ、競技Ⅱ）を巻末に示す。（なお、[公表2](#) 中に記述のある資料(1)～(6)、電子部品の仕様書等や、プログラミングに必要なC言語のヘッダ・プログラムソース、電子回路CADの部品ライブラリ等については、別添の電子媒体を参照のこと。）

(1) 材料・仕様工具等

電子回路製作の材料であるパーツ、回路設計に必要なCADの部品ライブラリ、故障診断する電子機器など、公平な競技の実施のために必要なものは大会運営側より支給されるが、製作に使用する工具、測定器、CAD及びPC等は、使い慣れたものを持ち込んで使用する。

- ・工具…………… ニッパ、ペンチ、はんだごて等、電子回路製作に必要なもの
- ・測定器…………… デジタルテスタ、オシロスコープ、ファンクションジェネレータ等
- ・PC等…………… 電子回路CAD及びCプログラミングに使用するPC及びPICライター
- ・競技用電子機器類…………… 製作した電子回路の動作確認等を含め所望の電子機器で構成する。
電源ボード、CPUボード、LCDボード等からなる。仕様は公開されており、各大会で使用され、経年により更新される。
- ・作業エリア…………… 2,400mm×2,700mmを標準とし、会議用折りたたみテーブル（1,800mm×450mm×700mm）2台にコンパネ（1,800mm×450mm×9～12mm）を乗せて作業台を作る。



(2) 課題条件及び製作物

① 競技 I (ものづくりプロジェクト)

与えられた課題に従って組込みシステムを製作する。第51回大会でのテーマは「可視光」。発光箇所が10ポイントあるフルカラーLEDをさまざまな条件で発光させる回路及びプログラムを作成し、「信号インジケータ」を作成する。

なお、回路設計できる目途が立たない場合は「ギブアップ」を宣言することができる。この場合、設計・試作回路の回路図や試作する基板の基板組立図を選択して受け取ることができ、提供状況により当該課題に関するスキルは評価されない。

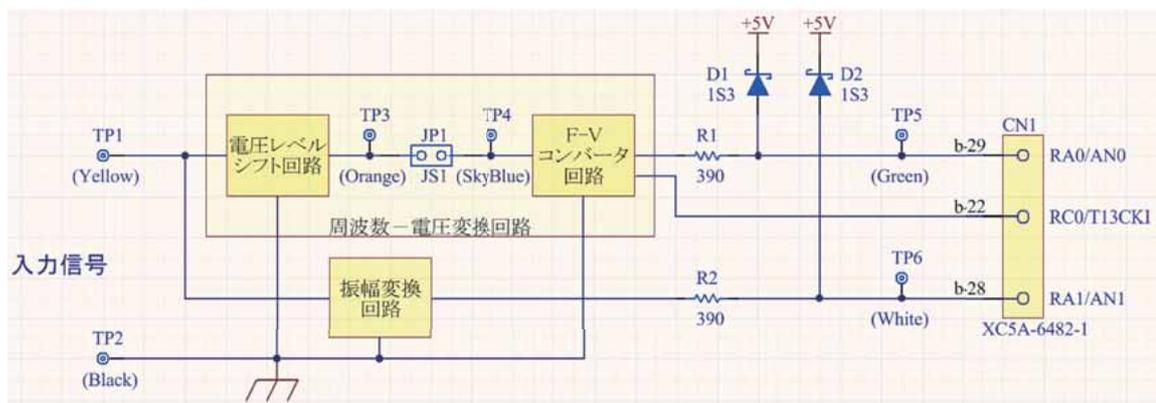
これに加え、あらかじめ回路図、使用電子部品、プリント配線基板等が公表され、競技当日にその組立て技能を競う課題（MP3プレーヤーの組立て）がある。

① 回路設計・試作（課題内容は当日公表）

FAVC回路（入力信号の周波数と振幅を直流電圧に変換する回路）を設計する。FAVC回路は周波数－電圧変換回路と電圧レベルシフト回路と振幅変換回路を組み合わせて作る。これら3回路のブロック図は示されているため、各回路の設計を行うこととなる。

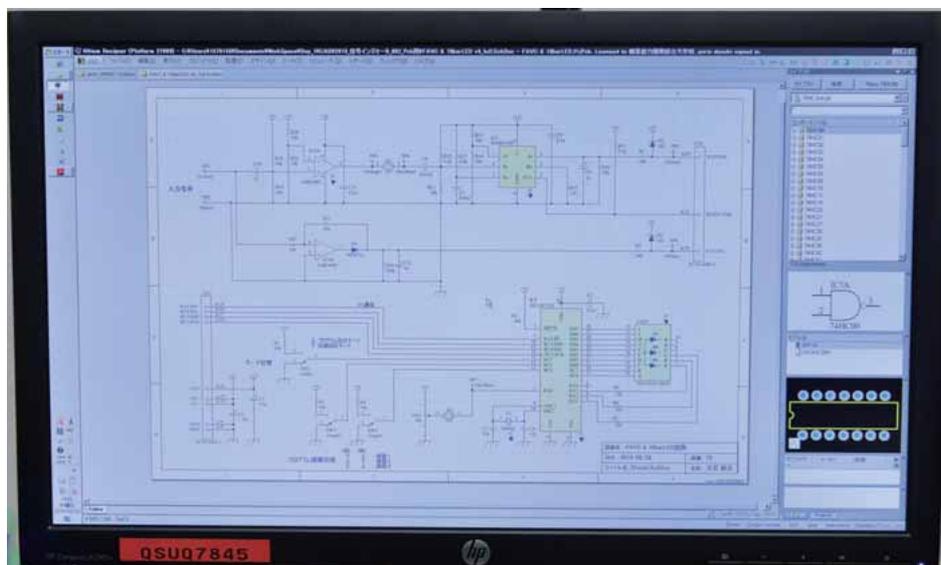
CPUボードからの信号でLEDを点灯させるための10バーLED表示回路を作図する（回路はあらかじめ設計済）。

設計した回路をブレッドボード上に試作して動作確認する。



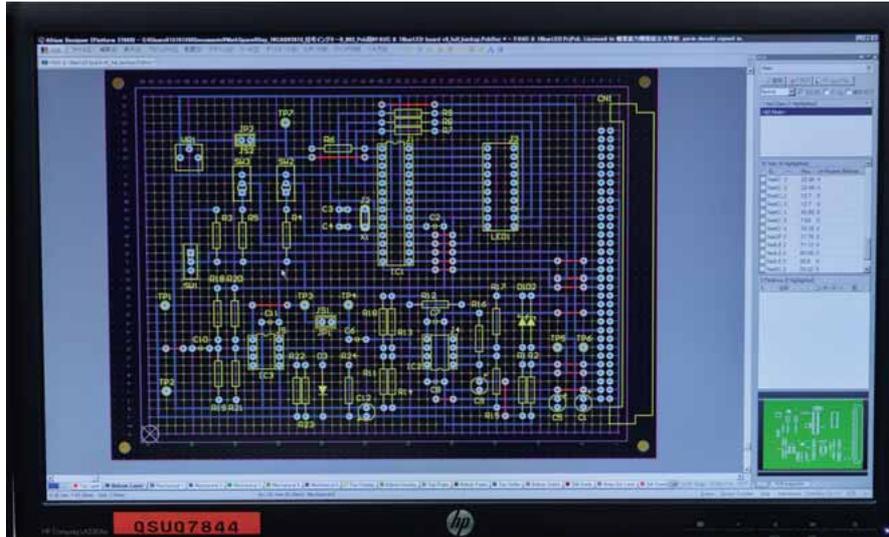
② 回路図作成

①で設計した電子回路の回路図を回路図作成ソフト（CAD）を用いて作成する。



③ 基板設計

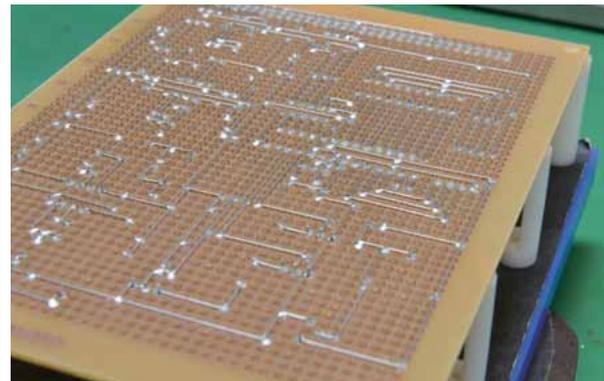
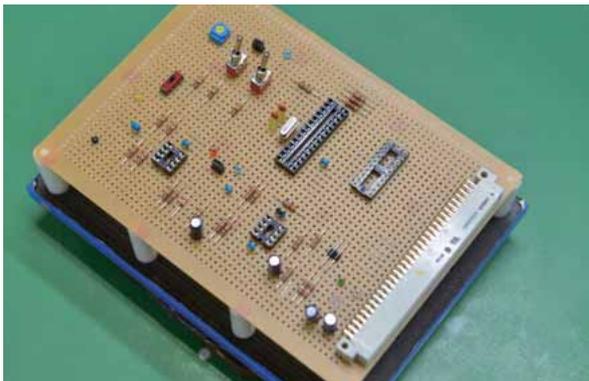
②で作成した回路図をもとに、ユニバーサル基板上で電子回路を組み立てるために必要な部品配置及び配線パターンを、基板設計用ソフト（CAD）を用いて設計する。



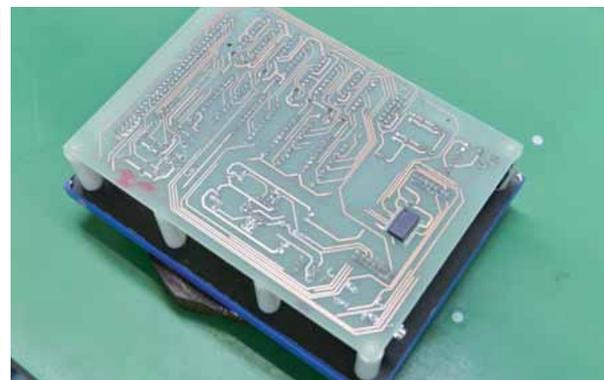
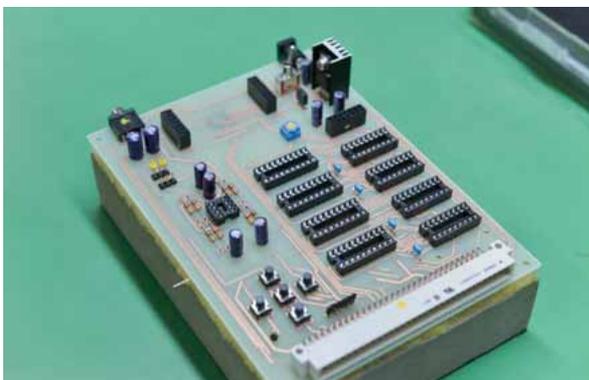
④ 組立て

③で設計した電子回路を、ユニバーサル基板に錫メッキ軟銅線を用いたストラップ配線で組み立てる。（試作基板）

また、事前に公表済みの組立て課題仕様（回路図、部品配置図、パターン図など）に基づいて専用基板に電子部品を実装し、電子回路として組み立てる。



ユニバーサル基板に製作する試作基板



専用基板に部品実装した MP3 プレーヤー基板

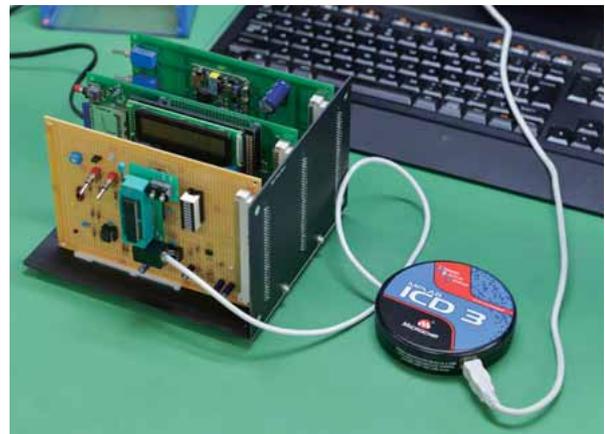
⑤ 測定

周波数－電圧変換回路の入出力特性を測定する。①の試作中でも④の組立後でもかまわない。



⑥ プログラム作成

指示された電子機器の機能を満足させるプログラムを設計、実装する。大会で使用するPICマイコンのプログラム開発環境下でC言語を用いて記述し、ビルド（コンパイル&リンク）と書き込みを行う。



② 競技Ⅱ(メンテナンスプロジェクト)

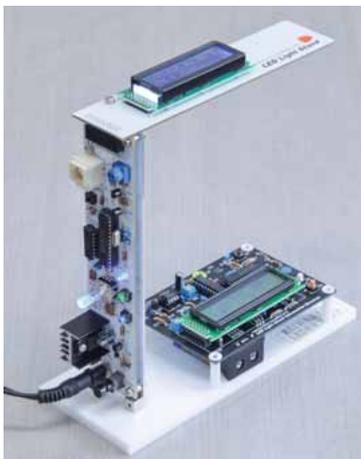
故意に設けられた障害箇所を見つけ、正常に動作するよう修理する。なお、本競技課題は当日に公表する。

競技Ⅱに用いた電子機器は、「LED照明スタンド」および「情報レシーバ」一式である。「LED照明スタンド」は、今注目を集めているLEDを用いた可視光通信機能をもった照明スタンドであり、DTMF信号をPWM変調して情報を送信する機能を有している。「情報レシーバ」は、「LED照明スタンド」からの光信号を受信し、受信したチャンネル番号に対応したメッセージを表示する機能、および「LED照明スタンド」から送信されたメッセージをEEPROMに登録する機能を有している。

① 修理・改修

電子部品等の損傷や性能劣化、設計・実装ミス（プログラムのバグを含む）などで正常に動作しない電子回路基板・機器を題材にして、その障害を解析・診断し、動作仕様を満たすよう最も適切な修理・改修を行う。修理対象の電子回路基板・機器には、故障等の障害箇所が2つ設けられている。

正常な動作は、課題の「動作仕様」のほか取扱説明書が提供される。また、ハードウェアについては回路図、部品配置図及び部品表が、ソフトウェアについてはプログラムのソースコード（C言語で記述）が提供される。



② 測定

次の3つの項目について、その特性を測定する。

- ・ LED証明スタンドのスイッチング回路の波形観測
- ・ 情報レシーバの受信確認マークの点滅周期の測定
- ・ DTMF信号波形の測定

COLUMN

大会当日に公表される課題は、毎年変わる。大会ごとにテーマを掲げ、2つの競技課題を作成している。電子機器は部品も小さく、作業の動きも少ないため、一般来場者の方々が足をとめてみたくなるような魅力作りが必要である。そのために課題のテーマは、できるだけ一般の方にも分かり易い身近なものや、その時々で話題になったものを取り上げ、課題としてアレンジするようにしている。

第51回大会は「光」をテーマに、競技Ⅰでは「虹」をイメージし10バーLEDを用いた「信号インジケータ」を、競技Ⅱでは「LED照明」を応用した可視光通信機能を持った「照明スタンドと情報レシーバ」を課題とした。

(3) 大会での様子



大石選手の感想

競技説明を受けた時、例年並みの難易度とボリュームであり、上位に食い込むには、課題の機器を確実に動作させ、すべての要素で得点をする必要があると感じた。

長時間の競技であったが、終わってみるとあっという間だった。工程ごとの時間配分に配慮しながら、集中力を持続できた事が結果（銀メダル）につながったのだと思う。

2年間の訓練で身に着けた能力を発揮することができ、作業としては満足することができた。しかし、金メダルを獲得できなかったことは悔しく思う。

4 課題が求める技能の内容

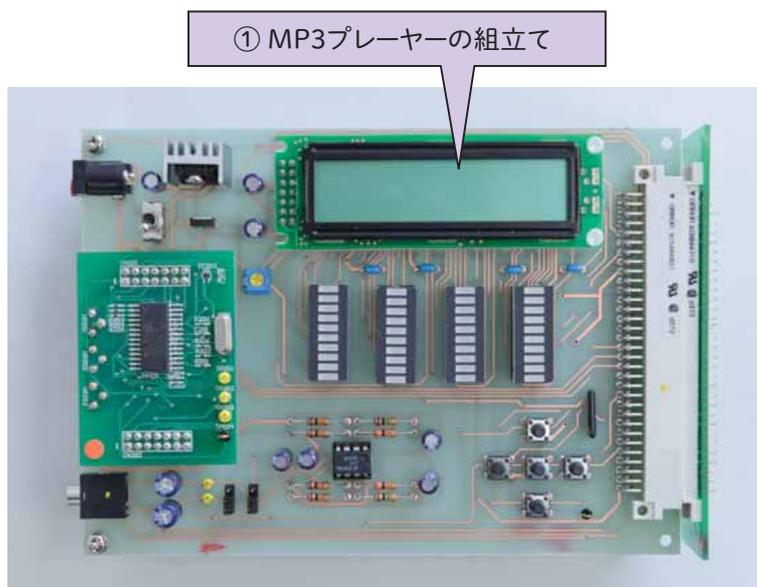
競技課題は、与えられた電子回路図に基づいて忠実に組み立てることだけにとどまらず、製品の試作や故障解析に必要となる知識、技術、技能を問う内容である。これらの内容は、電子機器の研究開発、設計、試作、評価の現場で大いなる力を発揮するものである。

競技Ⅰ、競技Ⅱの課題が求める技能の内容としては、以下のとおりである。

(1) 電子機器の組立て

事前公表課題である「MP3プレーヤー」を製作する。

- ・「早く、上手く、きれいに」はんだ付けできる技能が必要である。

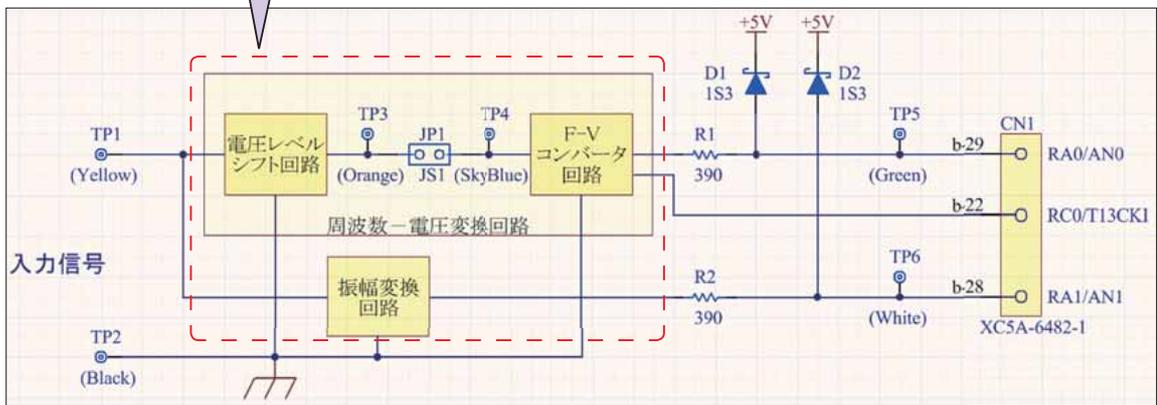


(2) ハードウェア設計

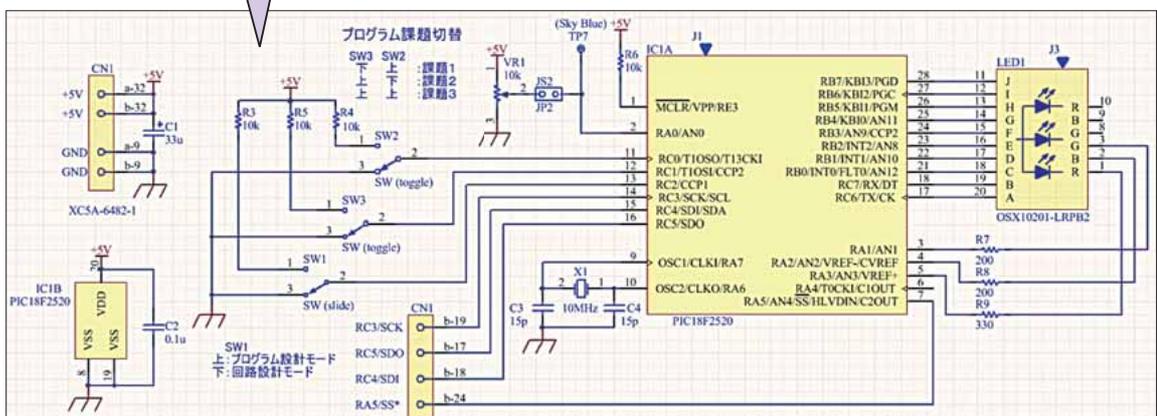
仕様書で求められている電子回路を設計し、電子回路CADを使用して回路図とプリント基板の配線設計を行い、ユニバーサル基板に試作する。なお、回路作成と基板設計では、電子回路CADソフト「Altium Designer」の操作の習熟が必須である。

- ・回路設計課題は、データシートの回路を参考にした定数計算を伴う回路設計、知っていて当然な定番回路の設計など、難易度が異なる2~3回路が出題される。日頃の訓練により、多くの回路の理解と蓄積が必要である。
- ・回路図作成課題では、正しい回路を描くことはもちろんのこと、設計者の意図が反映するよう、シンボルの配置や信号の流れ、図面全体のバランスなどを考慮して、見やすい回路図を描くセンスが必要である。
- ・基板設計課題では、部品配置が決まっているものもあり、限られた領域に部品を配置し、作りやすい配線パターンを短時間で考える能力が必要である。
- ・試作基板組立課題では、はんだこて、ラジオペンチ、ニッパなどの作業工具を手際よく使いながら、ユニバーサル基板にストラップ配線をする技能が必要である。

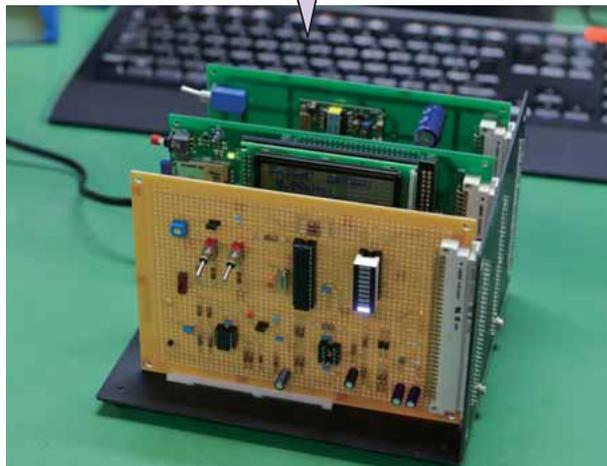
① F-V変換回路、電圧レベルシフト回路、
振幅変換回路の設計・試作・製作



② 10バーLED表示回路の作図製作



③ FAVC&10バー回路基板の組立て



(3) プログラム作成

所望の動作を実現するプログラムを作成し、電子機器に搭載されているPICマイコンにプログラムを実装する。

- ・PICマイコンの機能を最大限活用したプログラムの作成ができる。
- ・PIC開発環境「MPLAB X」の操作の習熟が必要である。

(4) 故障解析と修理

正常に動作しない電子機器の状況を把握し、測定器を用い回路を解析・診断して、故障箇所を発見する。その後、適切な方法で修理し、正常動作を確認する。

- ・デジタルマルチメータやオシロスコープなどを用いた測定技能が必要である。
- ・順序立てて物事を追求できる力が必要である。
- ・他の部品を壊さないように対象部品を交換し、改修できる修理技能が必要である。

① LED照明スタンドの故障・修理



5 採点基準

課題の採点項目および配点は次表のとおり。各スキルの配点は、当該スキルに要する作業時間に按分し、概ね1時間の作業量に対する配点を10点としている。

採点項目および配点

採点項目		配点
競技I	回路設計・試作スキル	20
	回路図作成スキル	10
	基板設計スキル	10
	組立スキル	20
	プログラム設計スキル	15
競技II	修理スキル	15
競技I・II	測定スキル	10
合計		100

競技 I 全体の配点は、75点前後である。回路設計・試作スキルの配点20点の内訳は、回路設計そのものの配点が10点、試作した回路の動作が10点である。また、組立スキルの配点20点の内訳は、公表されている「MP3プレーヤー」の組立てが10点、試作回路のユニバーサル基板の組立てが10点である。

競技 II の配点は最大25点である。修理スキルは15点であり、ハードウェアとソフトウェアの2か所の修理箇所、それぞれ7.5点前後の配点である。測定スキルの配点は、競技 I と競技 II で合わせて10点としているので、競技 I において測定スキルを問う課題が出題された場合は、競技 II での配点はその分少なくなる。

COLUMN

競技 I でのユニバーサル基板の組立スキルは、技能検定1級実技試験の一部に採用されているものである（競技課題の回路規模は技能検定の3～4倍ある）。組立スキルは、かつての全国大会で求めていた「早く、上手く、きれいに」のはんだ付け技能を唯一残すものである。

(1) 各項目の採点ポイント

① 回路設計・試作スキル

設計した電子回路が、課題に示された仕様を満たす動作をしているかについて、試作した回路基板および回路図に基づいて評価する。なお、設計過程において、動作確認のためにブレッドボードに製作した回路は評価の対象とならない。

② 回路図作成スキル

設計した電子回路の回路図について、[公表2](#)『4-1 回路図作成基本仕様』と競技当日に配布する『回路図作成仕様』に基づき評価する。また、回路図の主たる役割である“電子回路の機能等を的確に表現しているか”という点についても評価する。

③ 基板設計スキル

設計した電子回路の基板設計について、[公表2](#)『4-2 基板設計基本仕様』と競技当日に配布する『基板設計仕様』に基づいて評価する。

④ 組立スキル

専用のプリント基板の組立スキル、およびユニバーサル基板の組立スキルについて、[公表2](#)『4-3 組立て基本仕様』に基づいて評価する。仕様に記載されていない組立仕様については、『技能検定1級電子機器組立て実技試験問題（仕様書）』に準じて評価する。

⑤ プログラム設計スキル

プログラム設計課題中に示された動作仕様を満たしているか否かについて評価する。また、作成したプログラムのソースコードの読みやすさなど、[公表2](#)『4-4 コーディング作成のガイドライン』を基準に、スタイルの統一、一貫性も評価する。

⑥ 修理スキル

修理競技では、障害等の故障箇所に対し、故障等の障害状況を把握（障害の症状を見つけ、原因や故障箇所を論理的に明確にする）しているか否かについて評価する。また、修理方法や修理後の機器の動作状況についても評価する。

修理課題を導入した頃は、与えられた電子機器と回路図を比較しながら、やみくもにテスターで導通チェックをしている選手が多かったが、最近は論理的に進められる選手が多くなった。第50回大会までは、障害箇所を見つけるまでの過程まで記述させていたが、スキルアップが図られたこともあり、第51回大会では、障害の状況、障害の原因、修理・改修方法の3つの項目について、適切な記述を求めている。

⑦ 測定スキル

測定課題で指示された測定項目において、観測した波形の範囲やレンジ設定など、また観測・測定結果から求めた特性グラフの適切性など、測定作業に求められる基本的なスキルについて、課題仕様書内の『測定仕様』に基づき評価する。なお、波形観測においては、手書きの観測波形のみを採点対象としている。昨今は、デジカメ等で波形を記録し、USBケーブル経由で波形データを直接パソコンに取り込むことが主流となりつつあるが、測定条件など細かい部分を見逃しがちになるため、大会では禁止としている。

(2) 採点内容と採点方法

① 課題Ⅰ

競技Ⅰの「ものづくりプロジェクト」においては、回路設計・試作が20点、プログラム設計が15点の配点であり、この2つの設計課題の出来が成績に直結する。

ハードウェア設計の動作採点は、基板に何かしら回路が組まれている作品は全て、動作確認を行う。ソフトウェア設計の動作採点は、見た目ではわからないので、基本的には全ての作品に電源を入れ、動作確認を行う。

回路設計の採点は、提出された回路図を見ながら、所望の動作をする適当な回路かどうかを、複数の者で採点する。解答となる回路がいくつかあり、選手の設計した回路も千差万別のため、一つ一つ解答と比較しながら、採点を行う。

回路図作成の採点は、提出された回路図を、ルールに基づき細かい部分まで採点を行う。図面としてのできばえと電子回路図としてのできばえの採点は、採点者の主観が入るので、複数の者で同時に採点している。

基板設計の採点は、提出された基板設計図を、ルールに基づき採点を行う。その基板設計図で第三者が悩まずに実装できるかどうかのポイントである。回路図作成と基板設計は、電子回路CADを用いた競技となるため、CAD操作の熟知を求めている。

公開課題である「MP3プレーヤー」の組立て採点は、技能検定と同じである。動作採点の後、部品取付けやはんだ付けについて、細かい採点基準に従い、補佐員を含め10名程度で採点を行う。採点に際しては、1人の採点者が同じ箇所を見るように分担し、採点基準のぶれがないように心がけている。

一方、ユニバーサル基板に組み立てられた試作基板は、その回路の動作によらず、実装状態のみについて配点10点で採点される。設計回路の基板だけに、選手ごとに使用部品や部品配置および配線が異なるため、「MP3プレーヤー」と同様の採点方法でなく、部品取付けやはんだ付けなどを、複数の者が5段階で評価する方法で採点を行っている。

プログラム設計の採点は、課題の動作ができているか動作重視の採点である。採点基準に記した動作とは異なる、想定外の動作もあるので、その都度柔軟な採点になる。動作が確認できた選手には、その処理を記述したソースプログラムを、コーディングルールに基づいて記述できているかどうか、概ね2～3点の範囲で採点する。

② 課題Ⅱ

提出された作品は、修理が完了しているかどうかを確認するため、全数チェックを行う。

修理は、部品交換やパターン修復など、修理スキル自体は組立スキルの延長線上にあり、選手は比較的容易に対応する。したがって、修理課題のポイントは、修理スキルそのものではなく、電子機器の動作を把握し、測定器を利用して、不良箇所の絞り込みができるスキル、すなわち論理的な思考を求めている。そのため、修理スキルの採点においては、故障箇所の修理はもちろんのこと、修理報告書も重要視している。

測定は、提出された作品において、デジタルマルチメータやオシロスコープを用い測定を再現し、提出された測定シートの結果と比較しながら採点する。測定条件や測定項目の記述も必須である。

(3) 採点および順位

ア 競技Ⅰ・Ⅱの採点については、公表2『3 競技仕様』の採点ポイントを参照のこと。

イ 順位は、次のルールにより決定する。

- ① 合計点の高い順位に1位、2位、3位、・・・とする。
- ② 同点の場合は、「競技Ⅰ」の合計得点の高い選手を上位とする。
- ③ さらに同点の場合、「組立スキル」の得点の高い選手を上位とする。

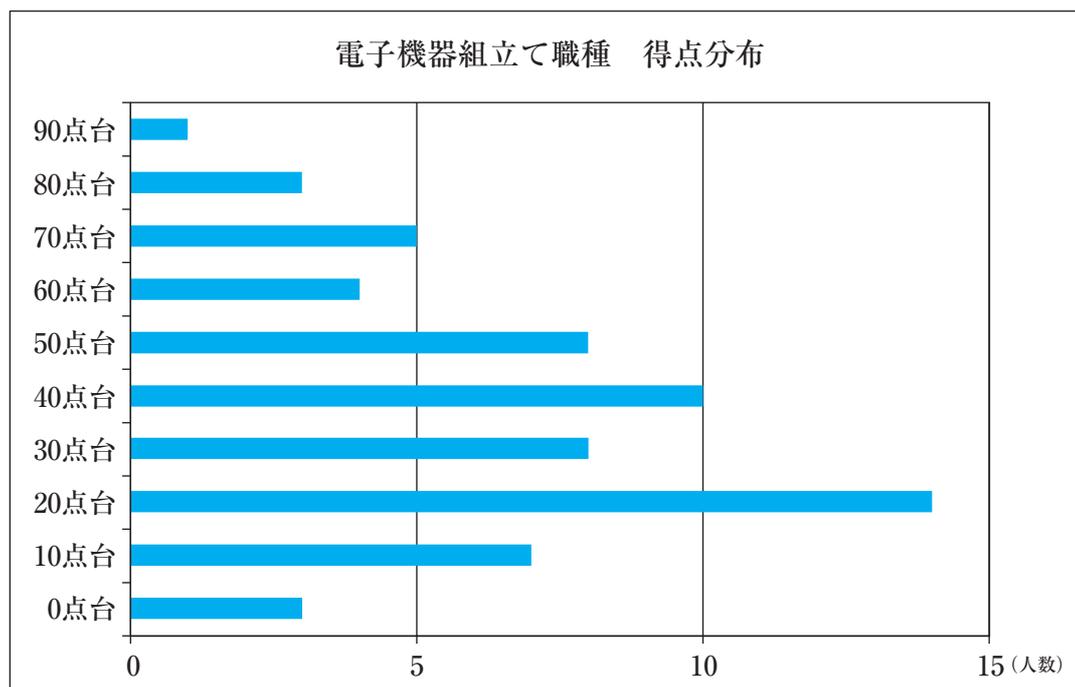
(4) 大会の成績結果

第51回技能五輪全国大会における競技結果の成績と得点分布を参考までに示す。

(成績)

大会での成績	人数 (名)
金 賞	1
銀 賞	2
銅 賞	2
敢闘賞	8

(得点分布)



第51回大会の参加選手数は 63 名で、平均点は42.0点であった。入賞した選手の平均点は75.8点と例年並みである。選手数は増加しているが、初参加の学校所属の選手も多く、当日公開課題への対応ができず、得点をあげられなかった。ハードウェア設計やプログラム設計など技術系の課題は難しいと思うが、組立スキルやCAD操作スキルなど、技能系の課題では得点できるようになって欲しい。

6 技能要素習得のための訓練方法

競技課題を適切に実施するには、電子機器組立てによる作業方法及び各技能要素について、レベルアップした上で、課題対策を行っていくことが必要となる。

(1) 課題で必要になる技能要素

- ① 組立て
- ② ハードウェア設計
- ③ ソフトウェア設計
- ④ 測定・解析

(2) 訓練のポイント・心構え

- ・疑問に感じたことは、納得できるまで自ら探究する。
- ・作業手順を習得する際は、必ずその理由も合わせて理解をする。
- ・長期的な目標、短期的な目標を明確にし、漠然と訓練をしない。
- ・学んだことが全てではない。もっと良い方法はないか、常に改善心を持つ。
- ・作り上げた作品は、自己評価を行った上で、第三者の客観的な評価も受ける。
- ・個人競技ではあるが、一人では成長できない。常に周囲に対して感謝の気持ちを持つ。

(3) 課題への対応

① 組立て

- ・組立技能は日々の反復訓練で、徐々に習得をする。
- ・電子機器の組立ては、図面どおりの正確な配線と作業スピードが重要である。
- ・工具も重要な要素であり、工具整備と交換時期の見極めも必要な技能である。

② ハードウェア設計

- ・習得した電子回路の知識は、状況に応じて引き出せるように記憶を整理しておく。
- ・膨大な情報から必要な情報を選択し、有益な情報に編集する能力が重要である。
- ・ブレッドボードを活用し、基板試作後の設計変更を減らす。
- ・回路図作図は、第三者が見やすい回路図を意識する。
- ・基板設計は、配線が短くシンプルになるような部品配置を行う。

③ ソフトウェア設計

- ・マイコンの限られたリソースを有効活用する為、効率の良いアルゴリズムを習得する。
- ・周辺電子回路との協調を意識した、プログラミングを行う。
- ・コーディングルールに準拠した可読性の高いコーディングを行う。
- ・第三者が記述したプログラムを短時間で読み解く力を習得する。

④ 測定・解析

- ・故障を模擬した演習課題を通じて、故障解析能力を向上させる。
- ・機器測定は、第三者が見て分かりやすい記述を行う。
- ・観測した波形を再現できるように、測定条件を明記する。
- ・測定器についても、さまざまな条件で必要な測定ができるよう操作方法を熟知する。

⑤ 課題全般

- ・ 工程ごとの見積り時間を遵守し、すべての要素で得点を得る。
- ・ 確認ミスや勘違いを最小限に止め、競技時間の有効活用をする。
- ・ 作業後には必ず確認を行い、ミスを防ぐ。

(4) 制限時間内に仕上げるためには

- ・ 競技課題説明から、自分の能力と課題の難易度を考慮し、各要素の時間配分を明確にし、そのとおりに作業を進行させていくこと。また、最初に定めた時間配分で作業を完了させるための知識、技能が身に付いていることが必要である。
- ・ 万が一、回路設計やプログラム設計方法がわからない、故障原因がわからない時などに、後工程の確保時間を考慮する判断力が必要である。また、様々なトラブルへの対応力も重要である。
- ・ 初日の7時間の課題を集中して取り組むことのできる体力、最後まで諦めずに課題に取り組む精神力が必須である。

(5) 技能要素習得カリキュラム例

一定水準にある技能者（技能検定2級相当）が本課題の実施に向けて取り組む訓練カリキュラムの例を示す。

教科の細目	内 容	時 間
1. 組立て	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子機器の組立て ● 専用基板への部品実装（はんだ付け） ● ユニバーサル基板へのストラップ配線 	50H
2. ハードウェア設計	<ul style="list-style-type: none"> ● 電子回路の幅広い知識 ● 専用ICの動作理解 ● 技術計算 ● 電子回路CADを用いた回路作図、基板設計 	150H
3. ソフトウェア設計	<ul style="list-style-type: none"> ● PICマイコンのアーキテクチャ ● C言語を用いたプログラミング ● 効率の良いアルゴリズム 	100H
4. 測定・解析	<ul style="list-style-type: none"> ● 測定器の使用方法 ● 状況に応じた波形観測手法 ● 故障診断 ● 良否判定 ● 修理方法 	30H
5. 競技課題への取組	<ul style="list-style-type: none"> ● 競技課題概要理解 ● 作業手順の習得 ● 作業時間見積り ● 評価 	20H
訓練時間計		350H

(6) 訓練の例

トヨタ自動車株式会社では、企業内訓練校、トヨタ工業学園 専門部と、高卒新入社員の中から選手を選抜している。その際は、すでに保有している技能と知識、本人の希望や将来性等を総合的に検討している。

2～3年間、技能五輪の訓練を主業務として取り組んでいる。技能習得は、知識面と技能面の基礎を学び、全国大会と同様形式の課題を日々経験する中で少しずつ能力を向上させている。

また、技能習得だけでなく、競技とは直接繋がりのない規律面にも重きを置いて訓練をしている。

年に1度の全国大会で実力を発揮するため、他社との合同訓練会や合宿など、本番に向けた訓練も定期的に行っている。

7 課題の実施方法（作業手順）

(1) 事前準備

技能五輪全国大会の電子機器組立て職種では、3か月前に競技課題の概要と必要となる技量（スキル）が公表されるが、具体的な課題の内容については一部を除き当日になるまで非公表である。選手は一人で、公表された課題の内容を把握し、作業しなければならない。

そのため、公表されている課題は確実にこなせるよう、また競技当日にいかなる課題が出題されようとも対応できるように個々の知識、技能を高めておかななくてはならない。

(2) 作業場の準備

作業を進める場所の全体配置は次のとおりである。



① 工具類の準備



工具一式

- ・はんだ付け作業用にニッパ、プライヤ、ペンチ。
 - ・機器の組付けに+ドライバ、-ドライバ、ボックスドライバ。
- また、安全のため保護メガネも必須である。

POINT

ニッパやプライヤなど、錆には十分に注意し、定期的に工具油でメンテナンスする。

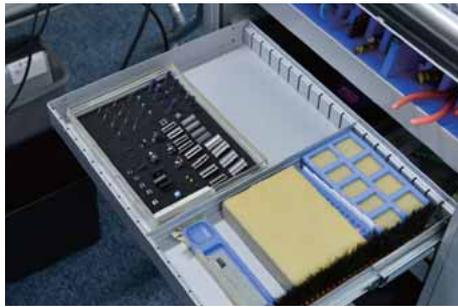


はんだごて一式

- ・温度制御はんだごて、はんだごて台
- ・こて先クリーナー



工具の収納状況



付属品、ケーブル等々



② 測定器



オシロスコープ、デジタルテスタ等の機器は校正をしておく。

- ・オシロスコープについているテスト端子を測定し、正常に波形を測定できるかを確認する。
- ・デジタルテスタは導通確認レンジでプローブ同士を接触させ、導通していることを確認する。

③ PC



PCに外付けディスプレイ、キーボード、マウスを接続。
[公表2] 競技仕様書集の資料(1) パソコンの動作環境等一覧表に示されたハードウェア及びソフトウェア、C言語ソースファイル等を備えたもの。

競技のために提供されるデータをダウンロードするためのLANポート、提出データを保存するUSBメモリを接続するためのUSBコネクタを備えていること。

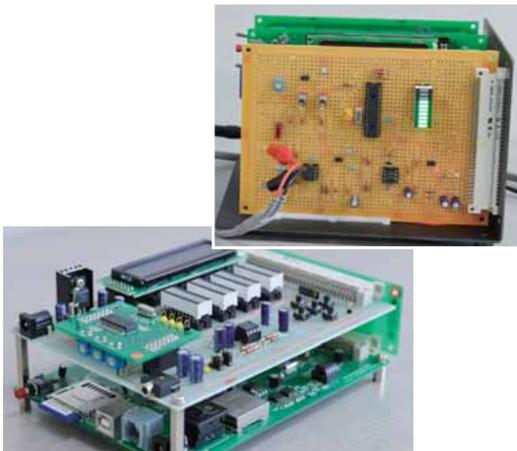
④ マニュアル等



各種マニュアル

- ・大会公式で持ち込みを許可されているものだけに限り持ち込む。C言語プログラミングの参考書がある。
- この他に、PICマイコンデータシート、C18コンパイラマニュアル等が必要であれば、PDFで持ち込むことができる。

(3) 課題 I : 組込みシステムの設計及び製作



技能ポイント

組立課題仕様（回路図、部品配置図、組立図など）に基づいて専用基板に電子部品を実装し、電子機器として組み上げる。また、設計・試作競技において設計した電子回路を、ユニバーサル基板に錫メッキ線を用いたストラップ配線で組み立てる。さらに組み立てた後、電子回路解析と測定、PICマイコンのプログラミングを行う。

[1] 競技準備（1時間30分）



課題説明

- ・30～40ページからなる仕様書から、機器を動作させるために必要な情報を的確に判断する。
- ・細かい仕様（スイッチの上下、部品の配置指定など）は見逃さないようマーキングを施す。



競技準備

- ・CADソフト、PIC開発環境など、競技で使用するソフトウェアを立ち上げ、動作を確認する。
- ・持ち込み機器が正常に動くことを確認する。
- ・配布された部品に不備、不足が無いことを確認する。



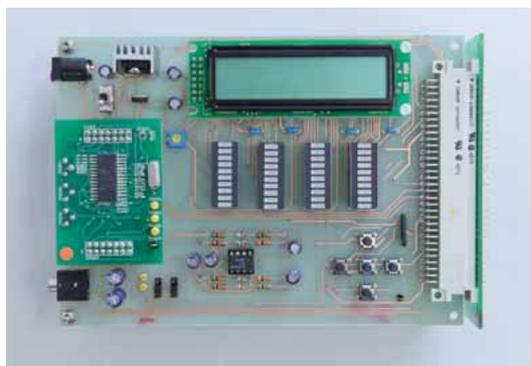
組立課題準備

- ・前日に準備した「MP3プレーヤー」の部品、基板を準備する。
- ・はんだごての電源を入れ、工具を準備する。

POINT

「MP3 プレーヤー」の製作は、当日公表される課題と関連性がないため、先に製作にとりかかる。

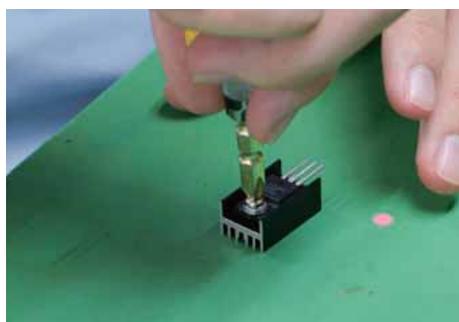
[2] MP3 プレーヤーの組立て (目安:1 時間)



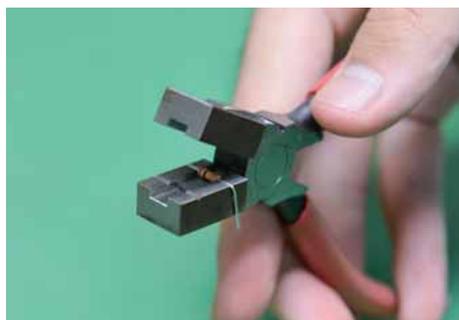
技能ポイント

事前に公表された「MP3プレーヤー」組立課題（回路図、部品配置図、組立仕様など）に基づいて専用基板に電子部品を実装し、電子機器として組み上げる。電子部品を素早く、正確に組み立てることができるよう、手順を含め工夫する。

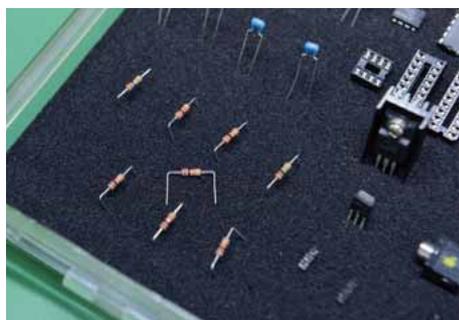
[2]-1 電子部品の加工



三端子レギュレータ (NJM7805FA) にヒートシンクを取り付ける。



抵抗折曲げプライヤで抵抗のリードを折り曲げる。

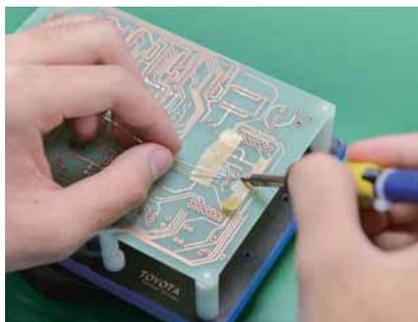


加工を終えた部品は、部品整理箱に並べる。

[2]-2 表面実装部品の取付け

SOP IC

チップ抵抗、チップコンデンサ



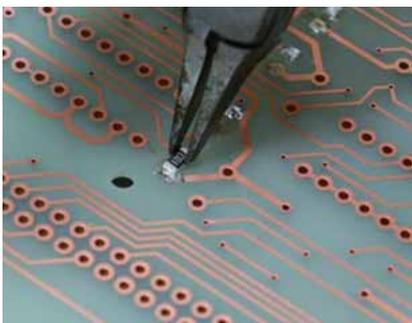
SOP IC、チップ抵抗、チップコンデンサを取り付ける。

手順

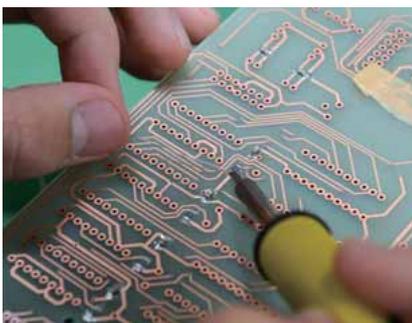
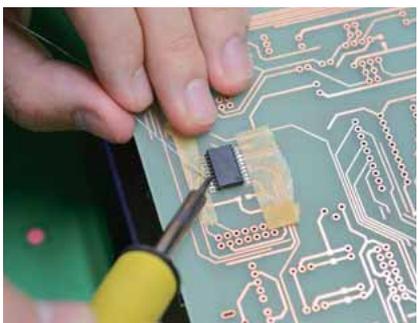
1. 予備はんだ



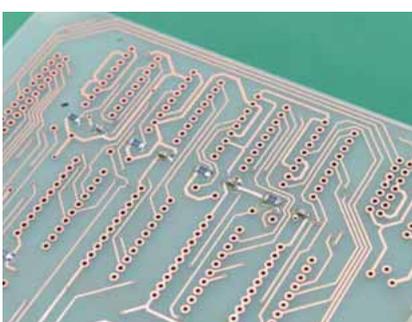
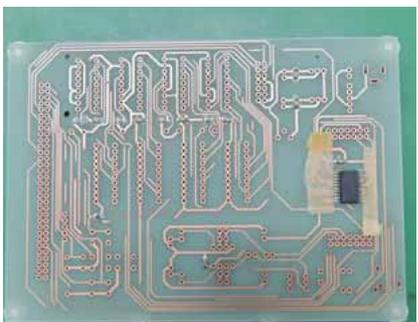
2. 予備はんだ吸い取り



3. 部品実装

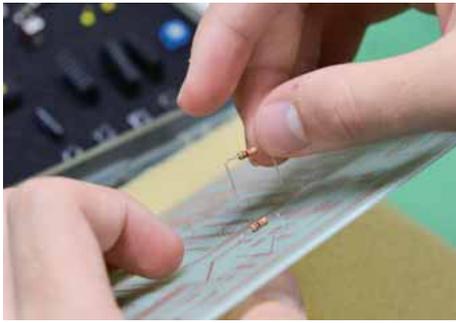


4. はんだ付け



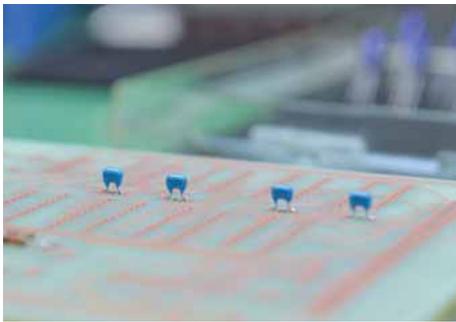
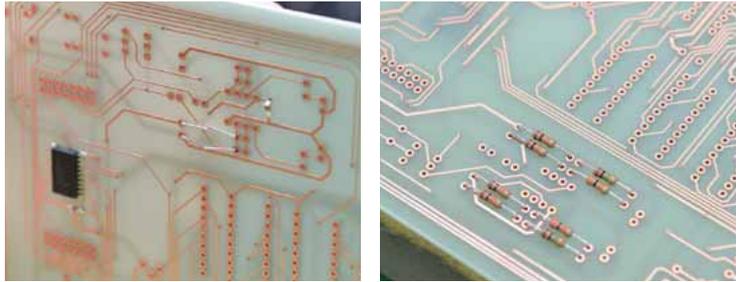
仕上がり

[2]-3 電子部品の仮止め

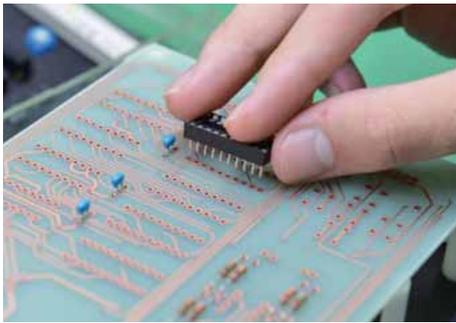


部品の背の低い順に、基板に取り付けていく。
(リード部品は曲げ、その他の部品ははんだで仮止めする。)

1. 抵抗



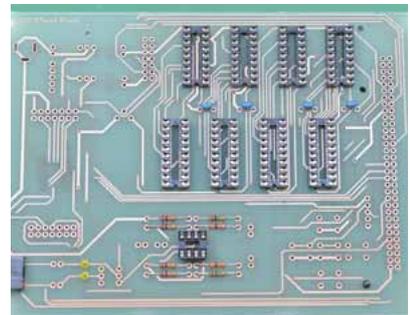
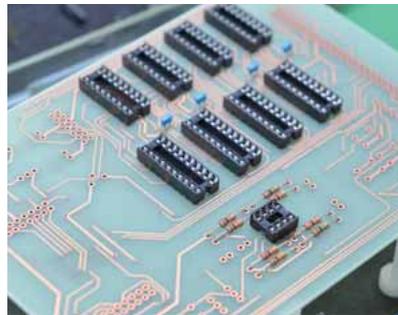
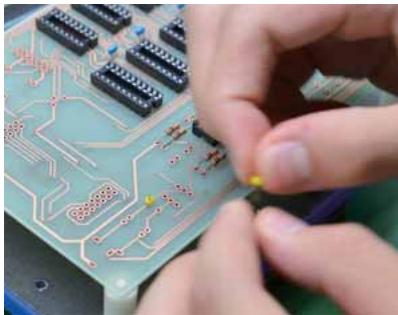
2. 積層セラミックコンデンサ

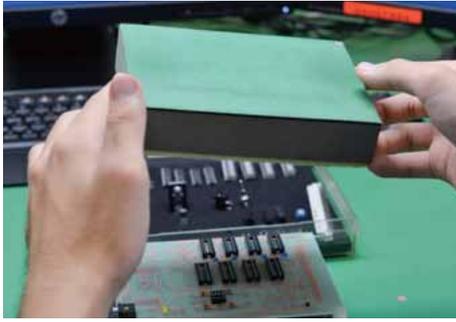


3. ICソケット、チェックピン、イヤホンジャック
4. 可変抵抗、SIP抵抗
5. ディープショートソケット

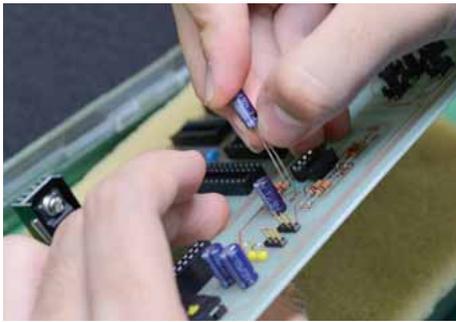
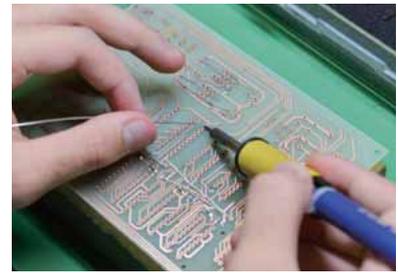
POINT

部品の浮きに注意。
部品の取付方法については [公表2](#) を参照すること。
はんだ付けの熱で部品が壊れる可能性があるので、
IC はまだソケットに挿入しない。

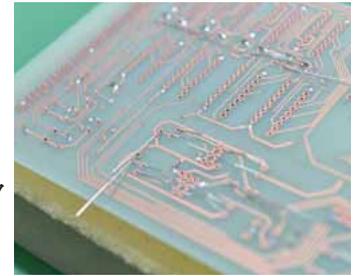




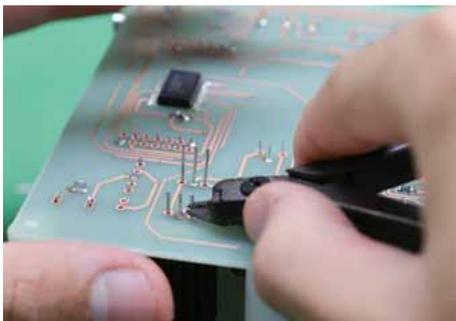
足を曲げない部品については、基板上の部品が落ちないようにスポンジで押さえ、裏側に反転し、はんだで仮止めする。



6. タクトスイッチ
7. 14pinソケット
8. 三端子レギュレータ (TA48M033F)、DCジャック
9. 64pinコネクタ
10. 三端子レギュレータ (NJM7805FA)+ヒートシンク
11. トグルスイッチ
12. 電解コンデンサ



ニッパで不要なリードをカットする。
抵抗、積層セラミックコンデンサ、電解コンデンサのリードは、ランドの端からはみ出さないように切断する。

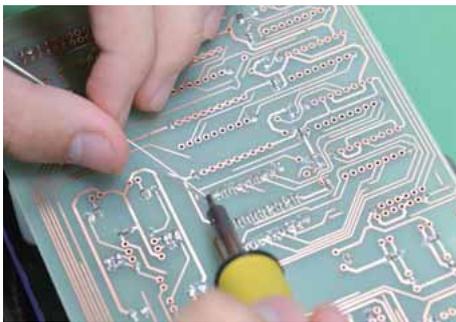


チェックピン、可変抵抗、三端子レギュレータの足は、高さ1.5mmを狙って切断する。

[2]-4 電子部品のはんだ付け



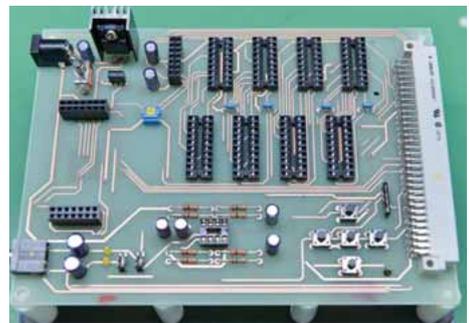
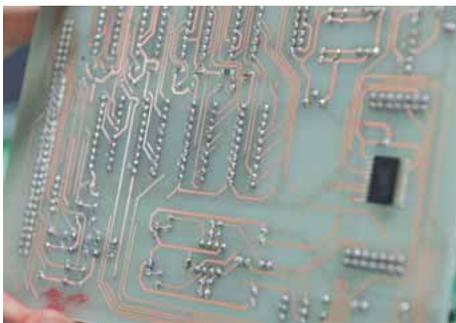
こてに余分なはんだやフラックスが付いた場合、こまめにこて台のスポンジ等で取り除く。



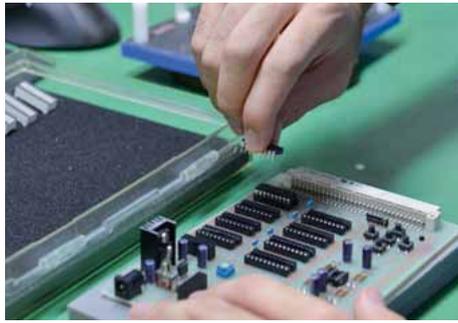
はんだ付けは、まずリードとランドにはんだをあて、次にはんだごてをあててはんだが流れ込むのを確認した後、はんだごてを離す。はんだごてを離すタイミングは、はんだの状態を見て判断する。

太いリードの場合やベタパターンにつながっている部分は熱が逃げてしまうので、太いこて先を使用し長時間加熱する必要がある。

スルーホールの場合は中まではんだが溶け込むようにする。



[2]-5 「MP3 プレーヤー」の組立て



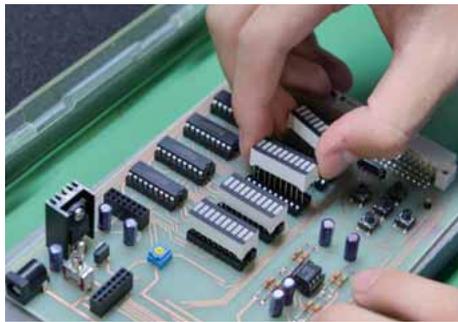
MP3プレーヤーを組み立てる。

バーLED、IC、LCD、デコーダボードをソケットに挿入する。(向きに注意)

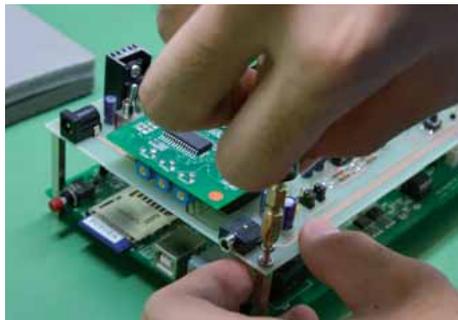
ジャンパーソケットをスピーカーモードで挿入する。M3ねじはラチェットドライバ、ナットはボックスドライバ、樹脂ねじはM2の+ドライバを用いる。

締め付け強さは、手で触って動かない程度。

締め付ける際には、ねじやナット、基板を工具で傷付けないように注意。



ネジ止め。



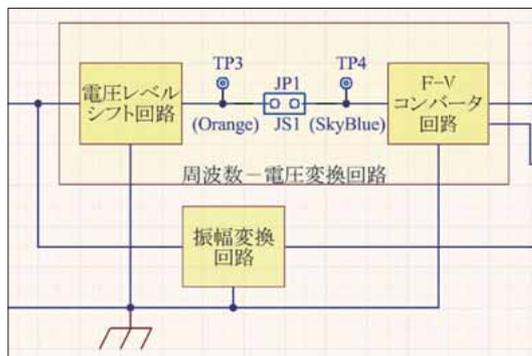
デコーダ基板を実装した後、MP3プレーヤー基板をスタックボードでCPUボードと接続し、組み付ける。



組立てを終えたところ。



[3] 電子回路基板・機器のハードウェアの設計（目安：1時間）



設計回路は、「信号インジケータ」の入力部の「FAVC回路」で、周波数-電圧変換回路、電圧レベルシフト回路、振幅変換回路の3つの回路設計をする。データシートの回路を利用した設計や、トランジスタ、オペアンプなどを使用した設計を考える。

COLUMN

【出題者のねらい】

大会で出題される回路は、数回路に限定されるが、電子技術者として習得しておきたい回路は、数百種類ある。日ごろの訓練では、基本的な回路の理解を行い、未公開課題に対応する力をつけておく必要がある。

電子回路の設計・試作に際し、オーソドックスな手順をあげる。

イ) デバイスの機能確認

➔ 回路のキーになるデバイスについては、電子ファイル（PDF）の状態データシートが配付されているので、必要なものは印刷し、その特性を確認しておく。

ロ) 所望の機能を持つ回路に当てはめる

➔ 知識の引き出しと、使用可能な部品から、仕様を満たしそうな基本回路を導き出す。
➔ データシートに応用回路例が掲載されていることもあるので、参考にする。

ハ) 機能を考え、回路構成を検討する

➔ 基本回路を作り変え、仕様を満たす回路を設計する。

例) 増幅回路だとしたら、何倍に増幅させるか、バイアスは必要か、正負両電源か片電源か、反転か非反転か、など。

➔ メモ用紙に手描きで回路を描いていく。

ニ) 単機能ごとにブレッドボード上に回路を試作し、動作を確認する。

➔ 信号取出しボードを活用して、必要な電源や信号線をブレッドボードに引き込む。

ホ) 試作段階で動作が確認できたら、手描きの回路図を元に、電子CADを用いて、回路図を作成する。

➔ 公開回路が存在する場合は、間違いの無いよう作図する。

➔ 手書きの設計回路部分を加えて確実に動作する回路図を作成する。

➔ 全ての回路を描いた上で、まとまりのある回路図になるようにバランスを整える。

➔ 部品記号や、部品定数、接続点など、間違いが無いように確認をする。

ヘ) 回路図の次は、電子CADを用いて、ユニバーサル基板への実装を考えた基板設計をする。

➔ 部品配置は、課題特有の配置指定と、事前公表のルール、配線の取り回し性などを考慮する。

➔ ピン配置など回路図を変更する必要がある場合は、適宜回路図を修正し、基板設計に反映させる。

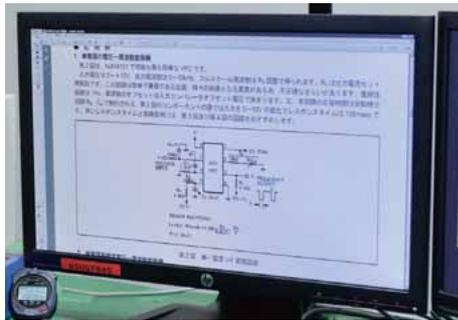
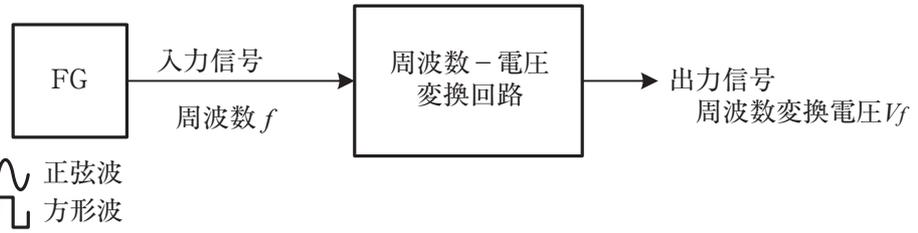
ト) 作図した基板設計図をもとに、ユニバーサル基板に設計回路を組み立てていく。

➔ ストラップ配線（錫メッキ線を用いた配線）が、いかに早く、きれいにできるかがポイント。

➔ 部品点数とストラップ配線の量から、おおよその作業時間を計算しておく必要がある。

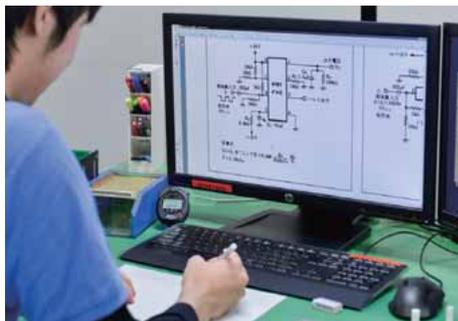
[3]-1 周波数－電圧変換回路

F-VコンバータIC (NJM4151D) を用いて、入力信号（正弦波、方形波）の周波数に比例した直流電圧を出力する回路を設計する。
 (配布されたデータシートに参考となる回路例がある。)



回路案の検討

配布されたデータシートの中から、使用するICの参考資料を検索し、回路例を参考に回路設計を行う。
 設計は手許のメモ用紙に書く。



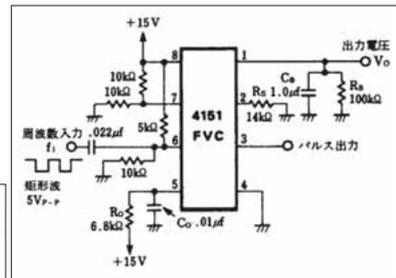
回路設計

データシートの図を参考に、各抵抗のパラメータの数値を計算する。

計算式

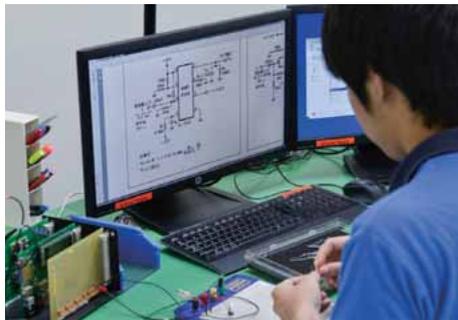
$$V_o = f_i \cdot K^{-1} \text{ここで } K = 0.486 \frac{R_s}{R_B R_o C_o} \frac{\text{Hz}}{\text{V}}$$

$$T = 1.1 R_o C_o$$



POINT

データシートに例示されている回路図を参考にする。
 パルス出力は TTL レベルなので、プルアップ抵抗を忘れずに配置する。



試作

ブレッドボードを用いて、自分が設計した回路を試作する。

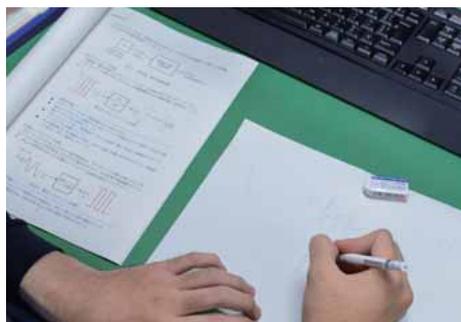
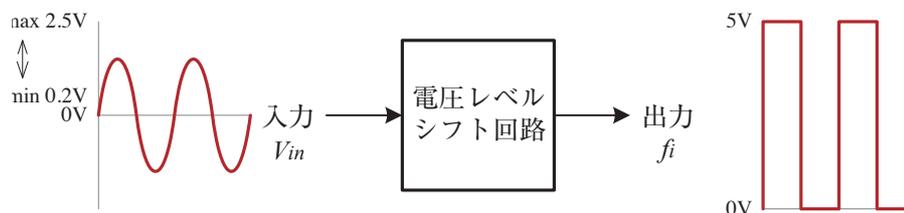


動作確認

オシロスコープを用いて、周波数に比例した直流電圧が出力されているかどうかを確認する。

[3]-2 電圧レベルシフト回路

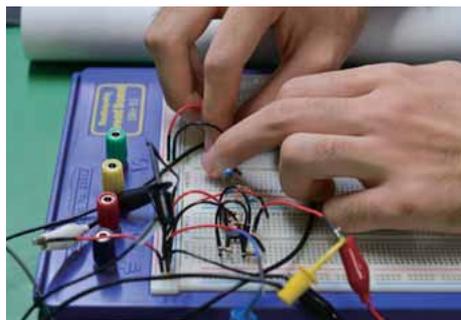
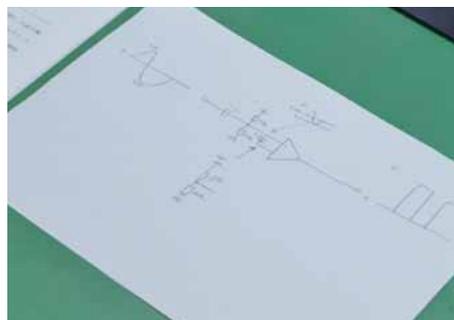
入力信号（正弦波、方形波）の振幅電圧によらず、5Vの矩形波を出力する電圧レベルシフト回路を設計する。



回路設計

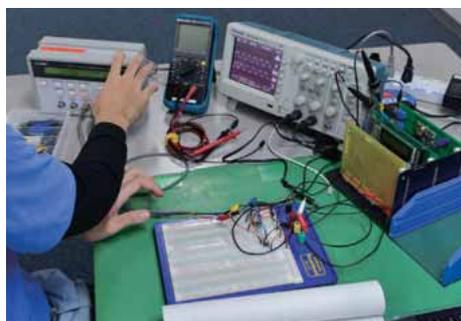
入力信号の振幅値の最低が0.2Vであるため、方形波の出力にはトランジスタではなく*オペアンプを用い、負帰還をかけないことでコンパレータ回路とする。（オペアンプの反転入力 V_- を接地（GND）し、非反転入力 V_+ に入力信号を入れると、入力信号がプラス電圧になった時に供給電圧 V_s が V_{OUT} に出力される。）

*トランジスタをスイッチとして使うには0.6Vの電位差が必要。



試作

ブレッドボードを用いて、自分が設計した回路を試作する。

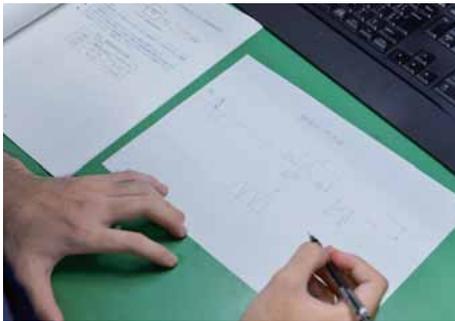
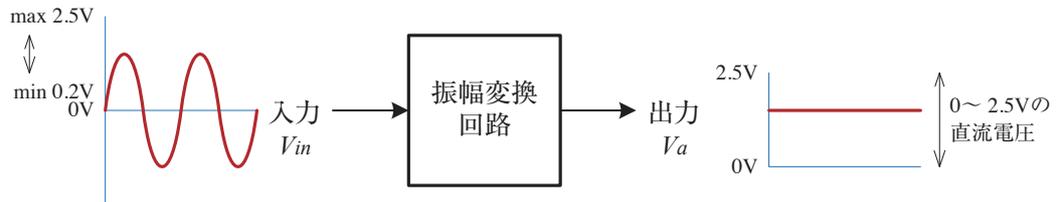


動作確認・測定

ファンクションジェネレータからの入力信号（正弦波・方形波）の振幅電圧（ $\pm 0.2V \sim \pm 2.5V$ ）に対して、5Vの矩形波が出力していることをオシロスコープで確認する。

[3]-3 振幅変換回路

入力信号（正弦波、方形波）の振幅電圧の大きさに比例した直流電圧を出力する振幅変換回路を設計する。

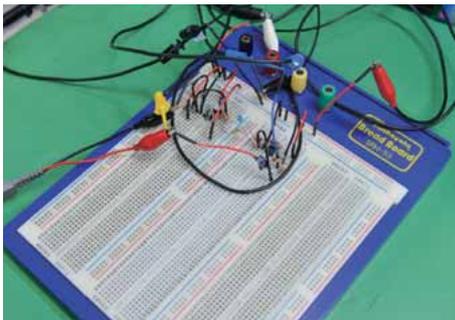
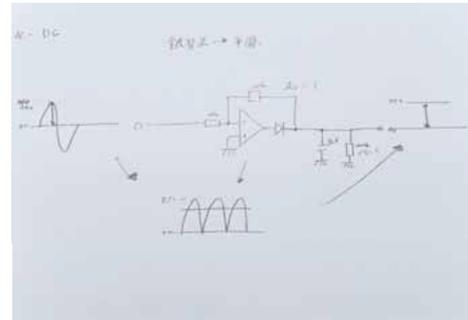


回路設計

整流→平滑の流れで変換することを思いつく（AC-DC変換）。

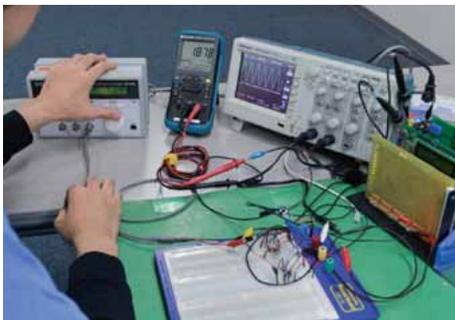
出力の最低電圧が0.2Vであり、ダイオードを用いた全波整流回路とすることができないため、オペアンプを活用する。

（オペアンプを使った全波整流回路については、使用できるオペアンプLMC6482のデータシートのFigure19.に例があるので、これを流用することもできる。）出力電圧を抵抗とコンデンサで平滑化する。



試作

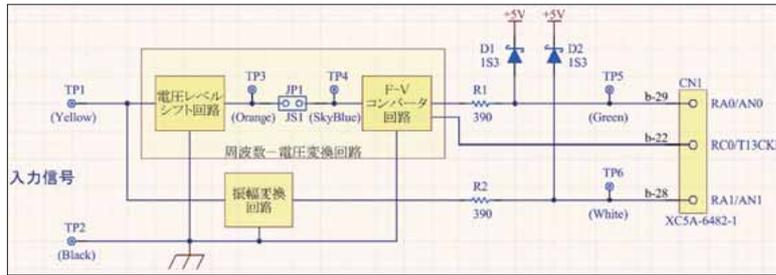
ブレッドボードを用いて、自分が設計した回路を試作する。



動作確認・測定

ファンクションジェネレータからの入力信号（正弦波、方形波）の振幅電圧の大きさに比例した直流電圧が出力されていることを、オシロスコープを用いて確認する。

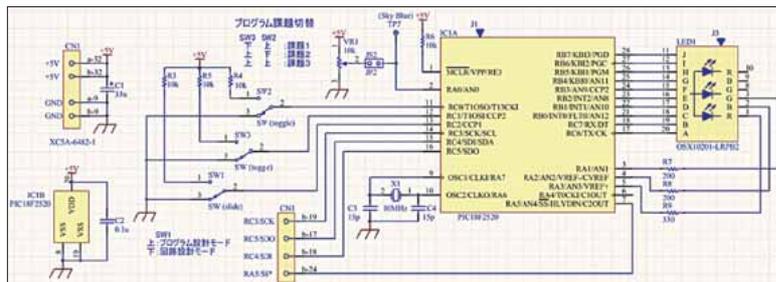
[4] 回路図の作成（電子回路 CAD 使用）（目安：[4]と[5]で1時間30分）



技能ポイント

設計したFAVC回路図と10バーLED表示回路図を作図する。大会専用のテンプレートを使用して、回路図・基板図を作図する。

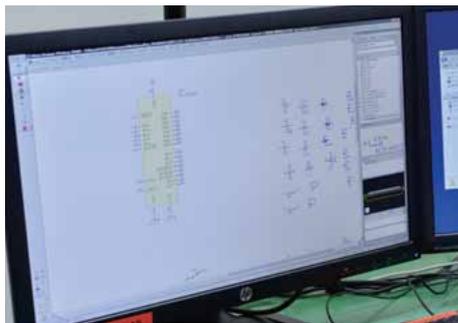
電子回路CADソフト操作の習得が不可欠である。



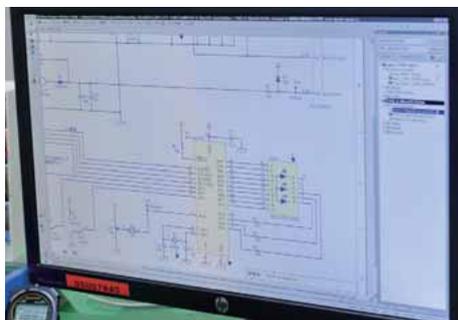
作図

CADソフトを起動し、FAVC回路と10バーLED表示回路の回路図を作成していく。

部品の記号については、課題仕様書のシンボル等の仕様に準ずる。



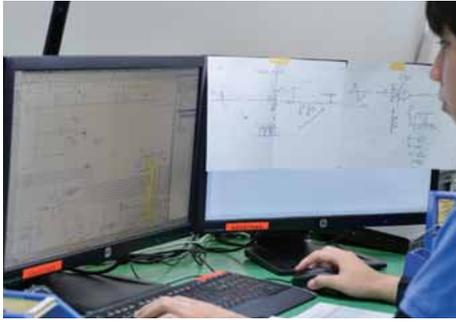
部品リストから使用する部品を画面の右側に全て用意して作業を進める。



POINT

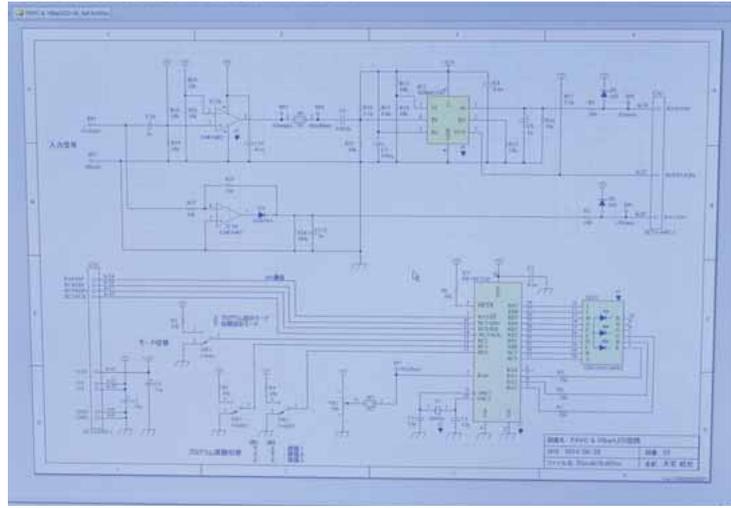
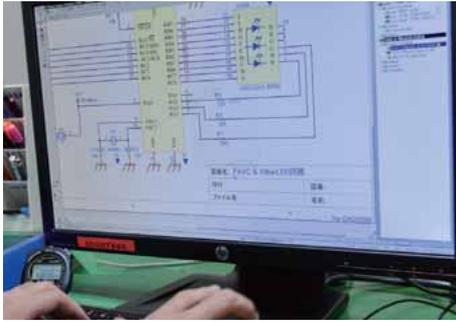
信号の流れなどや線の重なりなど、第三者が見ても見やすい回路図を心がける。

回路図作成で間違いがあると、製作した基板が動作しなくなるので、正確に作図する。

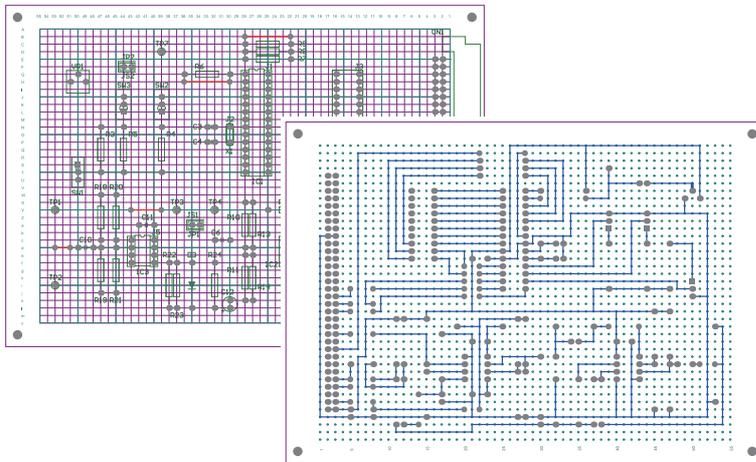


表題欄記入

図面名は指定されている「FAVC&10barLED回路」とする。



[5] プリント基板の設計（電子回路 CAD 使用）（目安：[4]と[5]で1時間30分）



技能ポイント

外部コネクタのピン位置を手始めに、なるべく直線での配線となるよう、また配線の交差（ジャンパが必要となる）が少なく、かつまとめて行えるような配置を心がける。

部品の配置漏れがないこと。



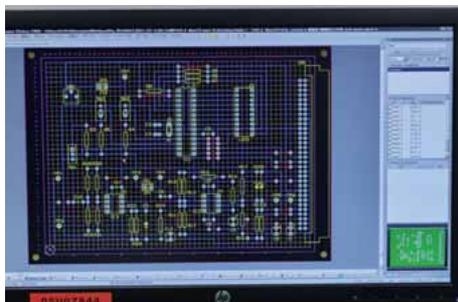
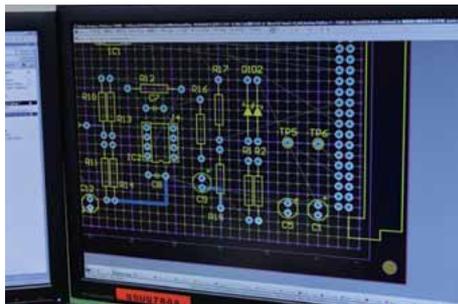
作図

[4] で作成した回路図をもとに、ユニバーサル基板上でFAVC回路と10バー LED表示回路を組み立てるために必要な部品の配置及び配線パターンを、基板設計用ソフト（CAD）を用いて設計する。

まずは、部品をすべて配置する。

部品の配置について、課題仕様書の部品配置仕様に準ずる。（トグルスイッチ、スライドスイッチ、10バーLEDの向きや可変抵抗の向きなどに注意すること。）

部品を配置し終わったら配線をしていく。



POINT

基板設計は部品配置を最適化することで、後工程の基板組立てを効率良く進めることができる。

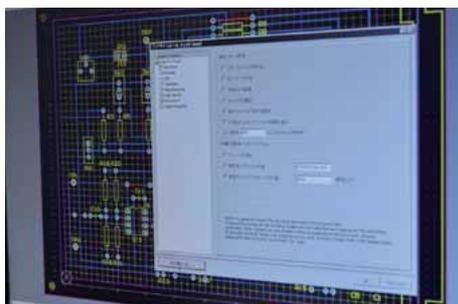
○作りやすい基板を設計するポイント

部品面

- ・ジャンパー線の向きをできるだけ揃える。
- ・ジャンパー線を相対的に置きやすいように配置する。

はんだ面

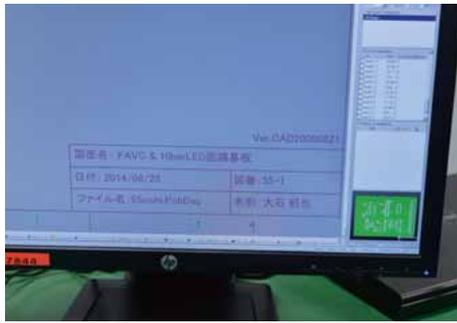
- ・メッキ線の曲げが少ない配線をする。
- ・可能な限り 90° で配線をする。



基板図確認

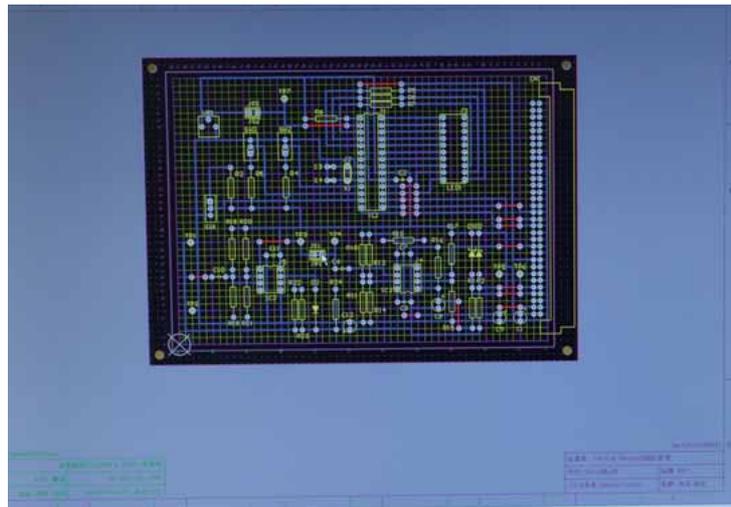
デザインルールチェックを行い、配線忘れ等が無いことを確認する。

（エラーの中で「Un-Routed Net Constraint」というメッセージは配線されていないことを意味している。メッセージをダブルクリックするとその箇所が拡大されるので、未配線の部分を配線する。）

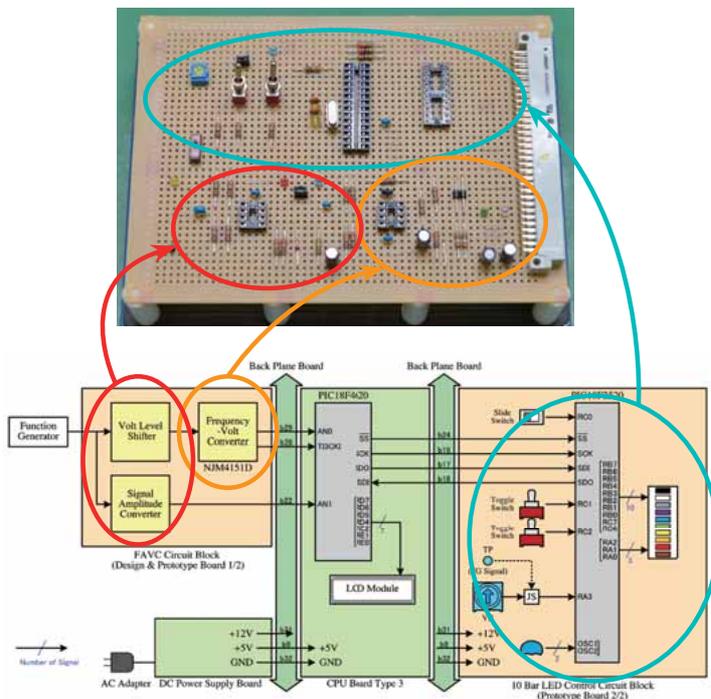


表題欄記入

図面名は指定されている「FAVC&10barLED回路」とする。



[6] 試作基板の組立て (目安：[6]と[7]で1時間30分)



技能ポイント

回路設計・試作競技において設計した電子回路を、ユニバーサル基板に錫メッキ軟銅線を用いたストラップ配線で組み立てる。作成した基板図どおりに素早くかつ間違いなく製作するためにどのような工夫ができるか。また部品同士の配線に錫メッキ銅線を用いるため、配線もれがないように、また切れ端が残らないように注意すること。ICソケットやスイッチなどは浮きに注意。抵抗、ダイオードはリードに張力が掛からないように注意。

[6]-1 FAVC&10barLED 回路基板の製作

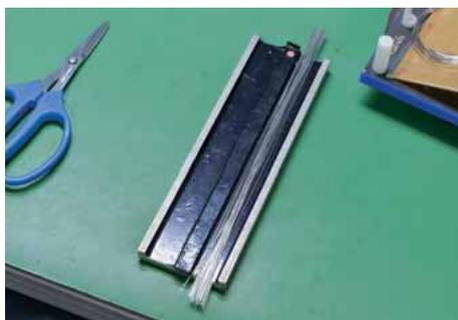


ブレッドボードから各部品を部品整理箱の中に移す。



直線状軟銅線の作製

錫メッキ軟銅線を巻き取り、固定金具に取り付け、ループを引っ張って伸ばし、切る。切れた軟銅線をプライヤを用いて一本ずつ引き伸ばす。

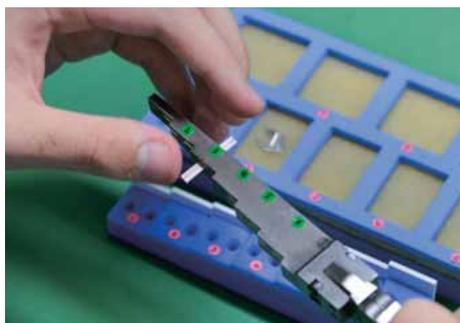


固定金具につながっている側の軟銅線を切ると、真っ直ぐになった錫メッキ軟銅線ができあがる。

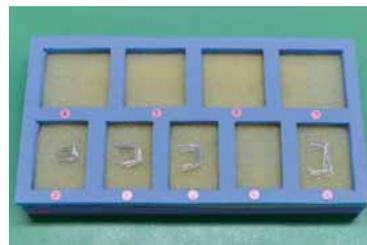


ジャンパー線の作製

ジャンパー線のサイズに合わせて、錫メッキ軟銅線を必要な量だけカットしていく。



カットした錫メッキ軟銅線を、必要な寸法幅（ユニバーサル基板の穴の間隔。3個以上）のジャンパー線になるようにコの字形に折り曲げる。
寸法別に取り分けておく。

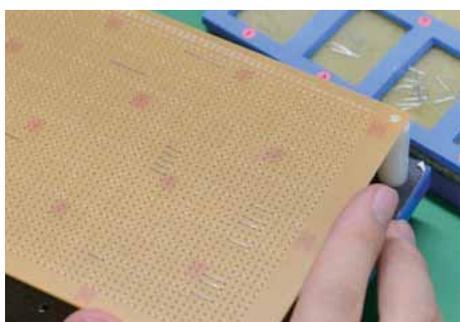
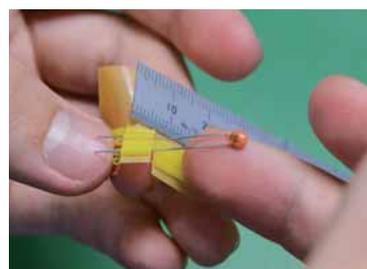


部品の加工

競技仕様に従って部品を加工する。
抵抗、ダイオードは曲げ加工する。

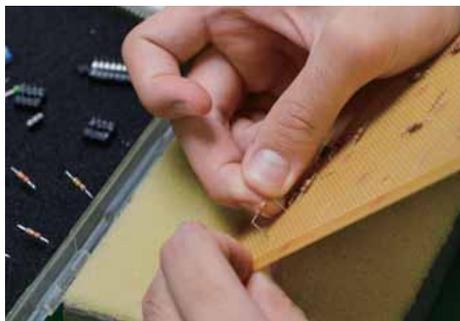


LEDなど、止まりのない部品には耐熱チューブを取り付ける。（寸法指定がある）



部品取付け

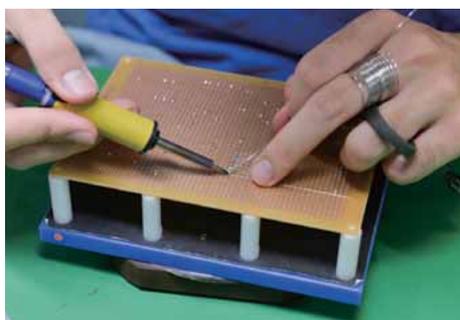
ジャンパー線を取り付けた後に、背の低い部品から順に取り付けていく。



リード部品はリードを折り曲げる。そのほかの部品ははんだで仮止めする。



リードを曲げない部品については、基板上の部品が落ちないようにスポンジで押さえ、裏側に反転しはんだで仮止めする。

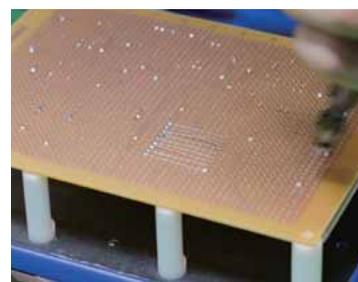
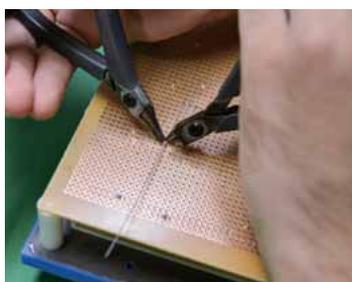
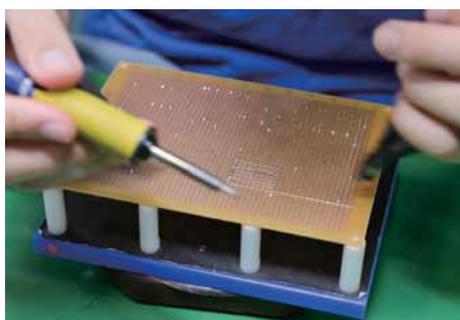


ストラップ配線

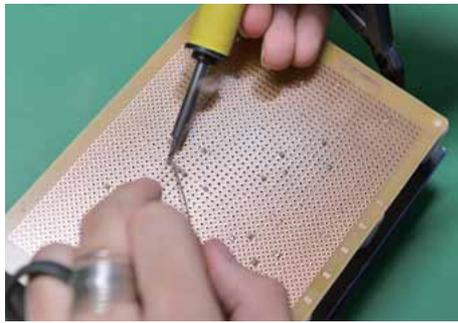
基板図を見ながら、錫メッキ軟銅線を配線し、はんだ付けを施していく。

ストラップ配線は数が多いため、効率よく行うための工夫をする。

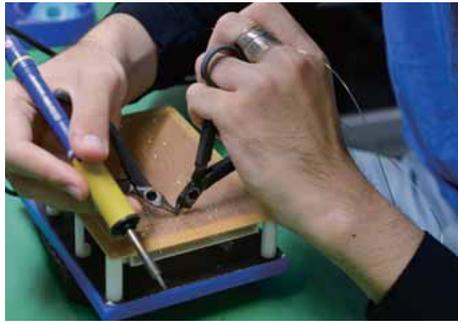
- ・右手にはんだごとと精密プライヤ、左手にはんだと精密ニッパを同時に持ち、作業に必要な工具を持ち替えず作業をすることで、作業時間の短縮を図る。
- ・切ったストラップは次の配線に使う。
- ・片方をまとめて付けたあと、反対側をまとめて付ける。など。



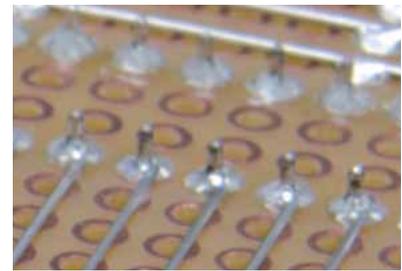
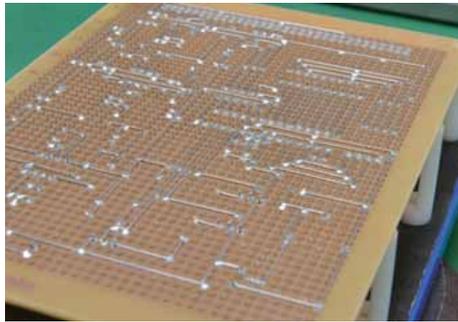
配線ミスをしないう、配線板のすぐ両側に基板図を付けるといった工夫をしながら作業を進める。
(他の写真では撮影のため外している。)



- ・はんだはランド全周を覆い、メッキ線の線形が見える程度の量にそろえる。(富士山のように裾を引いた形状にする)
- ・メッキ線はランドの中央を通す。
- ・メッキ線を曲げる際は、直角で曲げる。



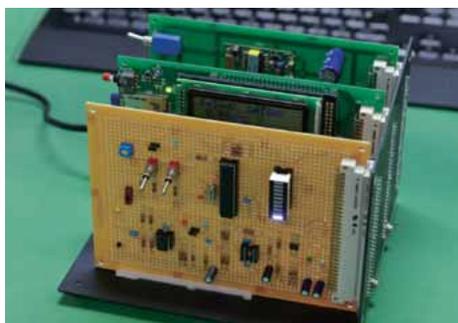
ニッパで不要なリードをカットする。
抵抗、積層セラミックコンデンサ、電解コンデンサ等のリードは、ランドの端からはみ出さないように切断する。



[6]-2 FAVC&10barLED 回路基板の動作確認



電源ライン導通確認
マルチメータを用いて電源ラインとGNDラインが短絡していない事を確認する。短絡している場合は配線を確認し、短絡を切り離す。



IC取付け
ICや10バー LED等の部品を取り付ける。取付け向きに気を付けて間違えないようにする。必要に応じてPICマイコンヘファームウェアの書き込みを行う。

基板組付け
動作確認ができる状態になるように、筐体スロットへの基板の組付けと、ACアダプタ等の接続を行う。



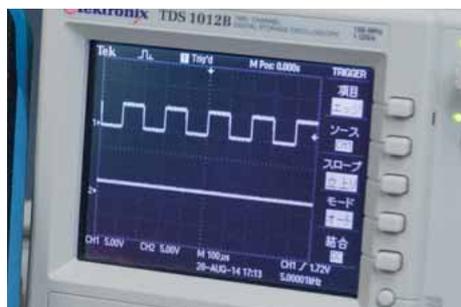
動作確認

製作した機器にファンクションジェネレータを接続する。
指定された波形を入力し、仕様書の動作仕様を満たしていることを確認する。

POINT

メインの動作のみではなく、スイッチの向き（レバーを上・下のどちらに倒すと導通するか等）や論理などの細かい仕様も忘れずに確認する。

[7] 回路の測定 (目安: [6]と[7]で1時間30分)



技能ポイント

FVコンバータ回路の入出力特性を測定する。測定は、設計途中のブレッドボード上の回路でも、試作基板の回路でも、どちらでもよい。試作基板を製作してから測定を行う場合は、ジャンパーソケット(JS1)を取り外して測定する。

【出題者のねらい】

測定課題によっては、試作基板を製作してなくても、ブレッドボード上で特性測定ができ、課題として表やグラフを作成できることもある。出題者が何をポイントとしているかを判断できれば、課題の見通しがかなり良くなる。



測定

オシロスコープを使って回路を測定する。チェック端子 (TP4) にファンクションジェネレータを接続し、5Vp-pの方形波信号を入力する。方形波の周波数を $f = 1\text{kHz} \sim 10\text{kHz}$ まで1kHzごとに変化させ、そのときのチェック端子 (TP5) の電圧 V_f をテスターで測定する。

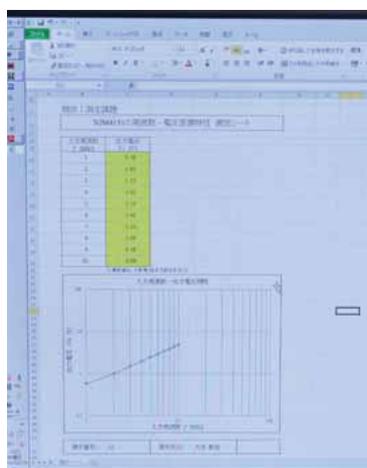
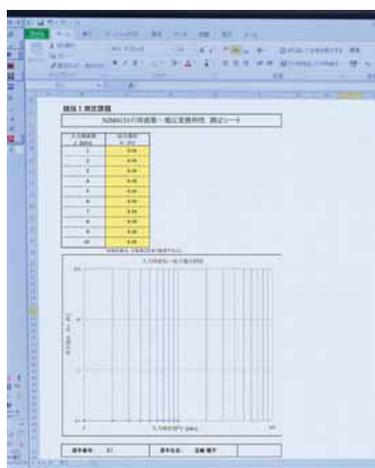


測定結果記入

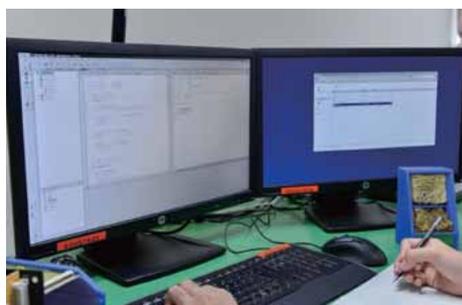
Excelファイル「FVC特性_xx.xls」の「測定シート」ワークシートのC16～C25のセルに測定値を入力する。値を入力すると同時にグラフが作成される。グラフの軸の設定は変更しない。

POINT

特性が正確に出ていなかったら抵抗値を変えて微調整する。



[8] 組み込みプログラムの設計・実装・テスト（目安：1時間30分）



技能ポイント

設計・試作回路の10バーLEDの表示を制御するPIC18F2520のプログラミング設計を行う。3つの課題のプログラムは仕様に基づいて、プログラムのコーディングを行う。

【出題者のねらい】

組み込みマイコンでの制御プログラミングの場合、制御対象であるハードウェアを理解していることが、鍵になる。すなわち、回路図を読み取る力が必要となる。

[8]-1 プログラミング

ハードウェアがどのようなものであるのか、それに接続しているPICを動作させるにはどのようにソフトウェアを組むことになるのか、を理解する必要がある。

<ハードウェア構成>

a. 10バーLEDの特性(データシートから)

- ・10個のLEDは個々に点灯・消灯させることができる。入力ピン11~20はLEDのアノードに接続しており、電圧がHigh (5V) なら点灯、Low (0V) なら消灯である。
- ・点灯する色は1・10ピンが赤色、2・9ピンが青色、3・8ピンが緑色のLEDのカソードに接続しており、電圧がLow (0V) なら点灯、High (5V) なら消灯である。10個のLEDのカソードはつながっており、LEDごとに別々の色を同時に表示させることはできない。

b. PIC と10バーLEDの接続(回路図から)

- ・PICの17 (RC6) ピン、18 (RC7) ピン、21~29 (RB0~7) ピンは、10バーLEDの20~11 (A~J) ピンと接続している。(LEDの指定)
- ・PICの3~5 (RA1~RA3) ピンは、10バーLEDの3~1 (G, B, R) ピンと接続している。(色の指定)
- ・PICのRC6・7、RB0~7の出力をHighにすると対応するLEDが点灯し、Lowにすると消灯する。
- ・PICのRA1~3の出力電圧 (High・Low) の組み合わせにより表示色が変化する。

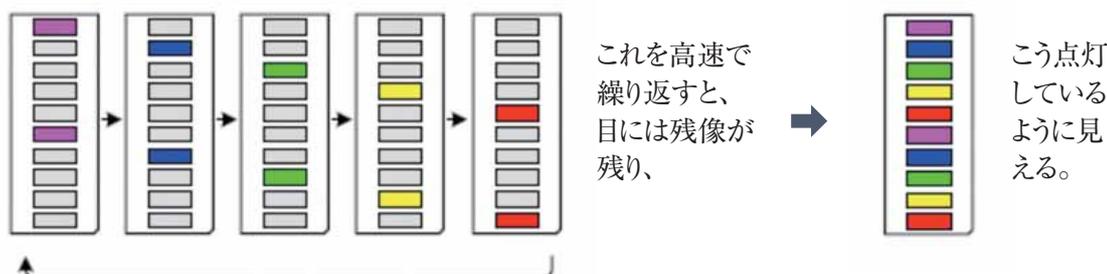
<ソフトウェア要件>

a. プログラム作成の前提条件

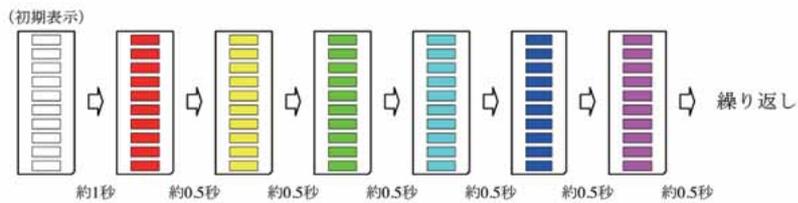
- ・実行プログラムとして Signal_Ing. c が提供されている。作成するプログラムはここから呼び出される関数であるため、PICがどのように設定されているか、プログラムソースを読む。
- ・C言語のプログラミングとコーディング作法 (公表2 44) には習熟しておく。

b. ダイナミック点灯方式

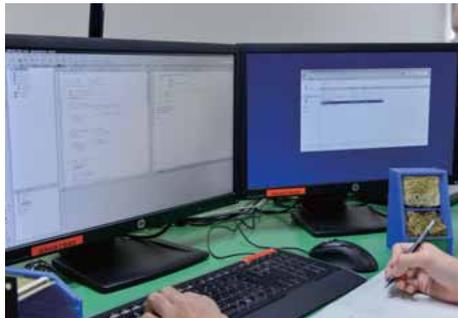
- ・視覚の残像効果を利用し、高速で点滅を繰り返すことで同時に点灯しているように見せる手法。



[8]-2 課題1 関数 rainbow1() の作成



- ア. 10バー LEDの全LEDを同色で点灯させる。
- イ. 点灯色は図のように白、赤、黄、緑、シアン、青、マゼンタの順とする。
- ウ. 各色の点灯間隔は、約0.5秒間隔とするが、白の表示のみ約1秒とする。

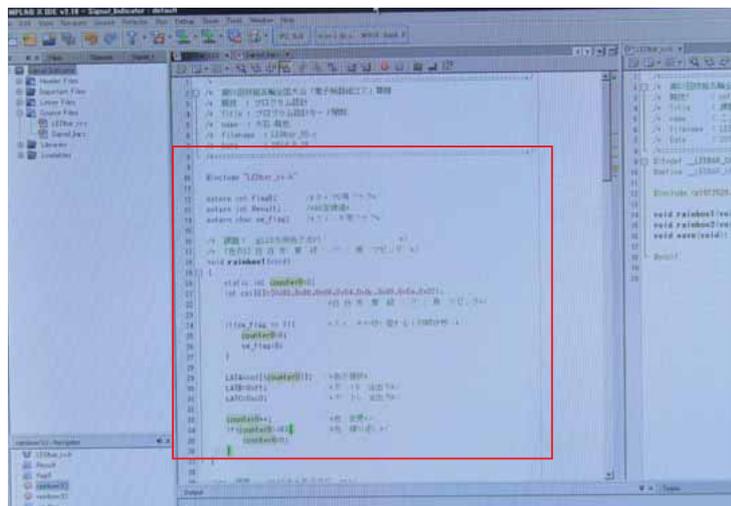


課題1のプログラムの動作手順案を考える。

- ・ 0.5秒の間隔はタイマ0割り込みを使い、そのタイミングで色を変更する。
- ・ 白→赤の間隔は約1秒だが、白→白→赤とすることで色を変更するタイミングは一律約0.5秒とできる。
- ・ 色の表示順はあらかじめ設定する。

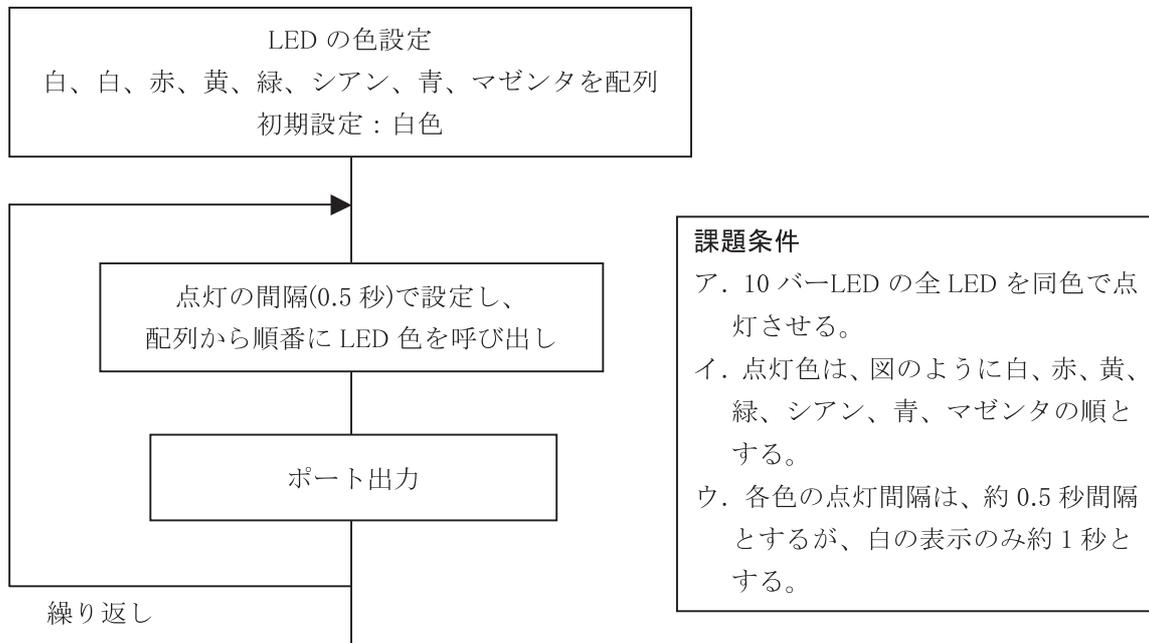
POINT

モード遷移でデータを初期化することを忘れずに。



LED色	赤	青	緑		16進数 RA
LEDピン	1	2	3		
PIC	RA3	RA2	RA1	RA0	
白	0	0	0	0	0
赤	0	1	1	0	6
黄	0	1	0	0	4
緑	1	1	0	0	C
シアン	1	0	0	0	8
青	1	0	1	0	A
マゼンタ	0	0	1	0	2

フローチャート



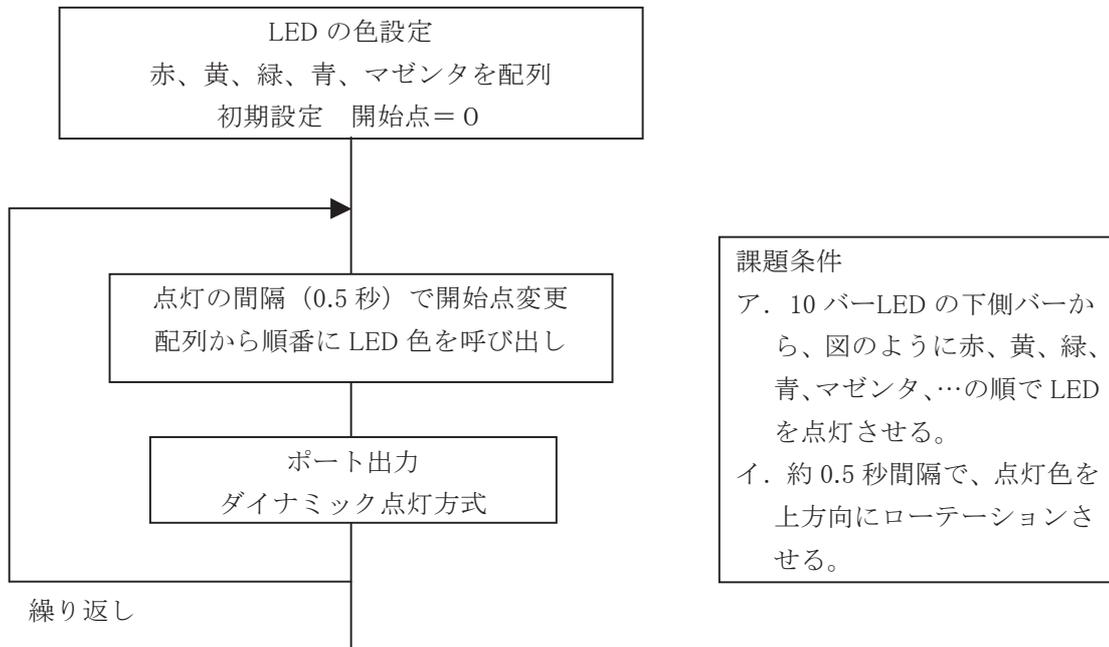
プログラムの例

```

#include "LEDbar_xx.h"
extern int flag0; /*タイマ0用フラグ*/
extern char sw_flag; /*スイッチ用フラグ*/

/* 課題1 全LEDを同色で点灯 */
/* 7色点灯 白 白 赤 黄 緑 シアン 青 マゼンタ */
void rainbow1(void)
{
    static int counter0=0;
    int col[8]={0x00,0x00,0x06,0x04,0x0c,0x08,0x0a,0x02};
    /*白 白 赤 黄 緑 シアン 青 マゼンタ*/
    /*スイッチが切り替わると初期状態へ*/
    if(sw_flag == 1){
        counter0=0;
        sw_flag=0;
    }
    LATA=col[(counter0)]; /*色の選択*/
    LATB=0xff; /*ポートB 全出力*/
    LATC=0xc0; /*ポートC 出力 */
    counter0++; /*色 変更*/
    if(counter0>=8){ /*色 繰り返し*/
        counter0=0;
    }
}
  
```


フローチャート



プログラムの例

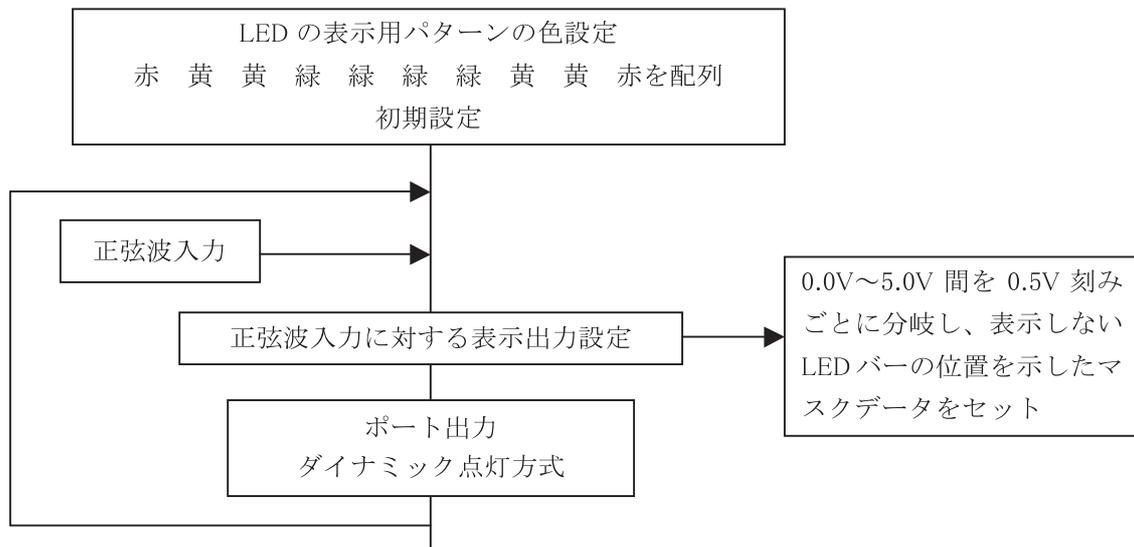
```

#include "LEDbar_xx.h"
extern int flag0; /*タイマ0用フラグ*/
extern char sw_flag; /*スイッチ用フラグ*/

/** 課題2 全LEDを5色で点灯 ***/
/** 上方向にローテーション ***/
void rainbow2(void)
{
    static int counter1=0;
    static int data1=0x0001;
    static int i=0;
    int col[5]={0x06,0x04,0x0c,0x0a,0x02}; /*虹色 赤 黄 緑 青 マゼンタ*/
    if(sw_flag == 1){ /*スイッチが切り替わると初期状態へ*/
        counter1=0;
        data1=0x0001;
        i=0;
        sw_flag=0;
    }
    LATA=col[((counter1+i)%5)]; /*色の選択*/
    LATB=(data1>>2)&0xff; /*ポートB出力*/
    LATC=(data1<<6)&0xc0; /*ポートC出力*/
    counter1++; /*色 開始点変更*/
    data1<<=1; /*ダイナミック点灯*/
    if(counter1>=10){ /*ダイナミック点灯 繰り返し*/
        data1=0x0001;
        counter1=0;
    }
    if(flag0){
        i += 4; /*上方向 ローテーション*/
        flag0=0;
    }
}

```


フローチャート



プログラムの例

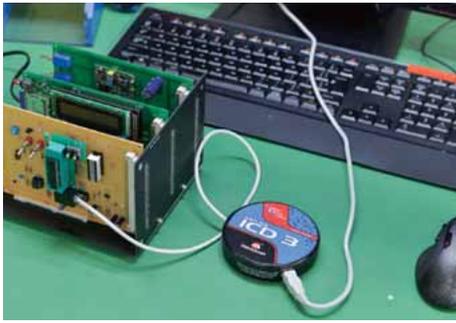
```

#include "LEDBar_xx.h"
extern int Result;                                /*AD 変換値*/

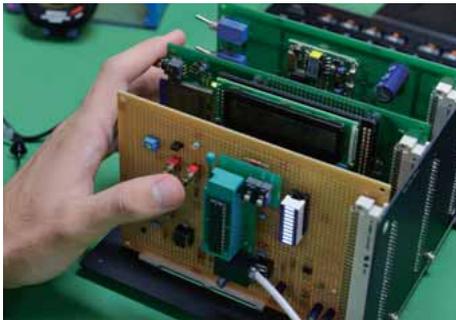
/** 課題3 ウェーブ***/
void wave(void)
{
    static int counter2=0;
    static int data2=0x0001;
    int col[10]={0x06,0x04,0x04,0x0c,0x0c,0x0c,0x0c,0x04,0x04,0x06};
                /*赤 黄 黄 緑 緑 緑 緑 黄 黄 赤*/
    int Bmask=0x00;
    int Cmask=0x00;
                /*出力用マスクの設定*/
    if(Result<=(1024/10*1)){
        Bmask=0xf8;
        Cmask=0x00;
    }
    else if(Result<=(1024/10*2)){
        Bmask=0x78;
        Cmask=0x00;
    }
    else if(Result<=(1024/10*3)){
        Bmask=0x38;
        Cmask=0x00;
    }
    else if(Result<=(1024/10*4)){
        Bmask=0x18;
        Cmask=0x00;
    }
    else if(Result<=(1024/10*5)){
        Bmask=0x08;
        Cmask=0x00;
    }
    else if(Result<=(1024/10*6)){
        Bmask=0x04;
        Cmask=0x00;
    }
    else if(Result<=(1024/10*7)){
        Bmask=0x06;
        Cmask=0x00;
    }
    else if(Result<=(1024/10*8)){
        Bmask=0x07;
        Cmask=0x00;
    }
    else if(Result<=(1024/10*9)){
        Bmask=0x07;
        Cmask=0x80;
    }
    else{
        Bmask=0x07;
        Cmask=0xc0;
    }
    LATA=col[counter2];                            /*色の選択*/
    LATB=(data2>>2)&Bmask;                          /*ポート B 出力*/
    LATC=(data2<<6)&Cmask;                          /*ポート C 出力*/
    counter2++;                                    /*色 変更*/
    data2<<=1;                                     /*ダイナミック点灯*/
    if(counter2>=10){                              /*ダイナミック点灯 繰り返し*/
        data2=0x0001;
        counter2=0;
    }
}

```

[8]-5 プログラムの書込み

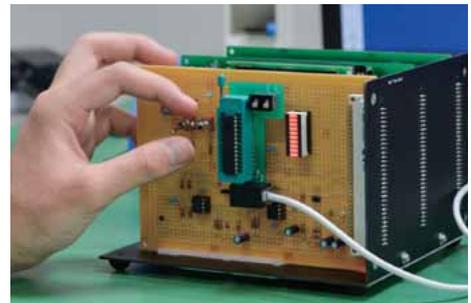


PICに設計したプログラム（1～3）を書き込む。
期待した動きをしなかった場合はプログラムミスが考えられる。その場合は、現状の動作とプログラムを見比べ、期待どおりの動作になるまでデバッグを繰り返す。



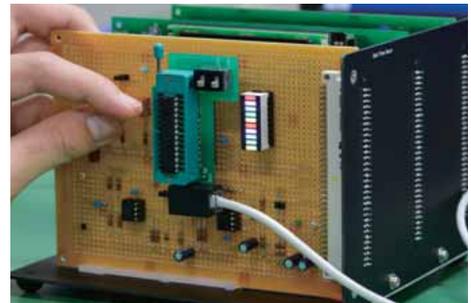
rainbow1()の確認

トグルスイッチ
SW2：上側
SW3：下側



rainbow2()の確認

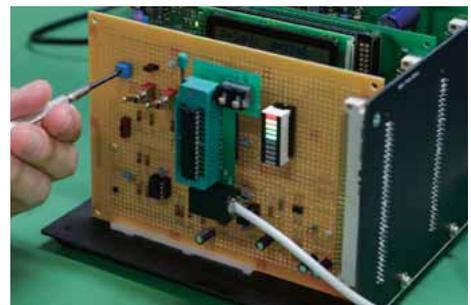
トグルスイッチ
SW2：下側
SW3：上側



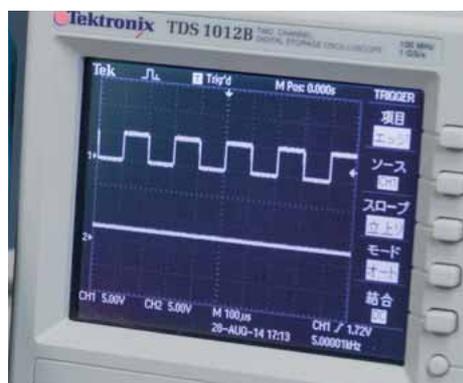
wave()の確認

トグルスイッチ
SW2：上側
SW3：上側
可変抵抗で入力
電圧を変えてみ
て、表示色を確
認する。

ジャンパソケット（JS2）を外し、チェック端子（TP7）にファンクションジェネレータからの正弦波（バイアス2.5V、振幅2.5V）を入力すると、表示が変化することを確認する。



[9] 電子回路解析と測定 (目安:30分)



FVコンバータ回路の入出力特性を測定する。

技能ポイント

オシロスコープ、デジタルマルチメータを使って電子回路の電圧・電流信号波形等の計測・測定をする技能。

設計途中のブレッドボード上の回路か、試作基板の回路か、どちらで測定しても良い。



解析

オシロスコープを使って測定。

実際に測定した情報を回路図に記載しながら、回路を解析していく。



POINT

最初に電圧軸や時間軸は大きめに設定して測定し、そこから適正なレンジへ調整し、測定に適したレンジとする。



[10] 提出

指定された仕様を満たした形にして提出することも、課題が求める条件の一つである。思い込みをせず、仕様書を確認し、指示どおりとすること。

■ 提出物

- ア. 回路設計・試作課題の作品
- イ. 提出用封筒に入れる用紙類
- ウ. 回収用封筒に入れる用紙類



◎ 故障解析について

回路図からハードウェアはどのような動作をするのかを考える。また操作説明書から、ソフトウェアにどのような動作をさせているかを推測する。その上で、実際の電子機器を動作させ、まず不具合状態を明らかにする。

原因の探求は、簡単にできることから始めたり、やりやすいことから確認して条件を切り分けたりするなど、その時の状況に応じて進めていく。正常な範囲を広げるのか、不具合の範囲を狭めるのか、アプローチの判断も大切である。

<回路（ハードウェア）の一般的な判断>

- 電子機器は、待機状態「アイドル時」に直流での平衡が保たれているため、その電圧を測定することで、正常か異常かを判定できる。
- トランジスタは、ベース、エミッタ、コレクタの対地電圧を測定し、供給電圧とほぼ同じ値がベース電圧で測定されたなら、「ベース電流が流れることによる電圧降下をしていない」と判定できる。
- 集積回路は様々な動作をしているので、供給電圧（ V_{SS} ）とほぼ同じ値が集積回路の電源供給ピン以外のピンで多数測定されたり、GNDピン以外で「ゼロボルト」が多数測定されたりする場合は、集積回路本体の不良か、外付けの部品に不具合があると判定できる。

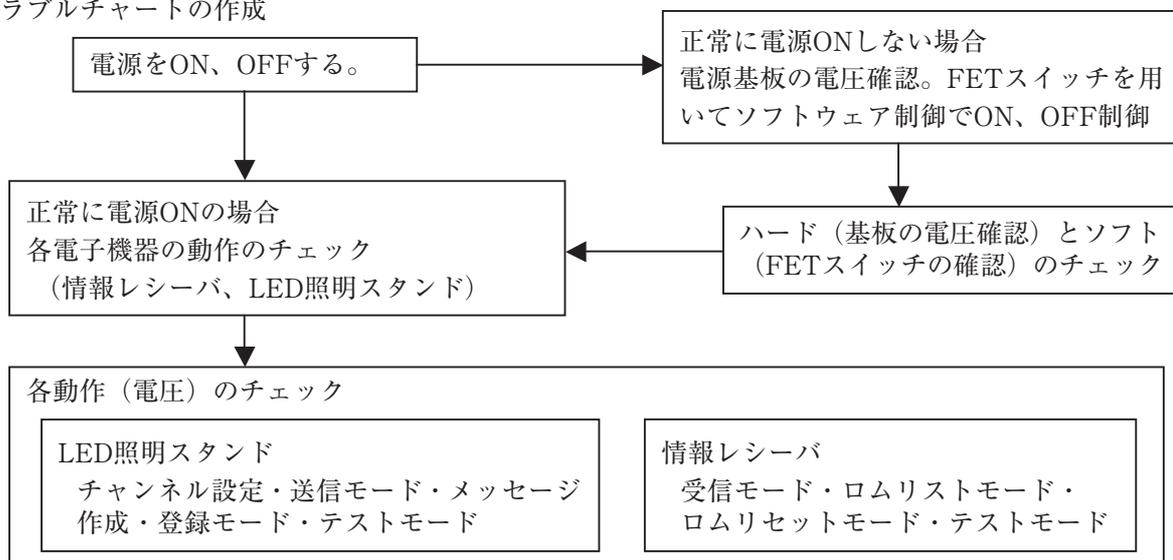
<ソフトウェアの一般的な判断>

- PICのピンは、内部設定により入力／出力が変更できたり、デジタル／アナログが変更できたりするので、回路図が想定している入出力やデジアナの初期設定がきちんと行われているか確認する。
- 変数の名前が違ってないか、特に入出力のために使う変数について確認する。

今回の課題（障害箇所）

- 「LED照明スタンド」の電源スイッチを投入後、LCD表示器にオープニング画面が表示されたままの状態から変わらない。
- 「情報レシーバ」の電源スイッチを押して、LCD表示器にオープニング画面が表示された後、電源スイッチから手を離すと、電源がオフになる。

トラブルチャートの作成



(4) 課題Ⅱ：電子機器の測定・故障解析



ハードウェアの障害

故障箇所を判定するためのポイントは、以下の3点である。

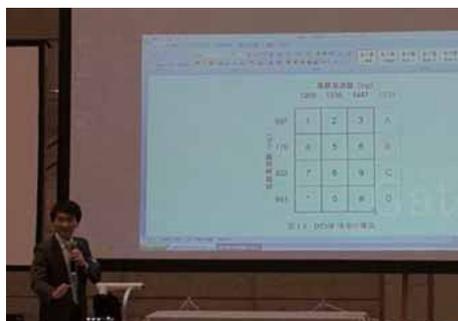
- 電源スイッチを押し続ければ、動作することに気づくか。
- 電源スイッチに関する電源回路の動作を理解できるか。
- 「LED照明スタンド」と「情報レシーバ」の電源回路部は同じ回路設計であることに気づくか。

ソフトウェアの障害

故障箇所を判定するためのポイントは、以下の2点である。

- PIC18F2620の入出力ポートの使用法を理解しているか。
- LCD表示器が正しく表示しないだけであり、「LED照明スタンド」の他の機能は動作していることに気づくか。

[1] 競技準備（競技準備時間：40分間）



課題説明

当日公表される課題（故障診断の対象となる電子機器がどのような構成で、どのような動作をするものか）について、競技委員から仕様書をもとに説明がある。その後30分ほど、仕様書、取扱説明書、動作用プログラムソースを読み込み、理解する時間が与えられる。



POINT

この時に機器の動かし方をしっかり把握しておくこと、修理や測定時にスムーズに行うことができる。

[2] 修理 (目安: 1 時間 30 分)



技能ポイント

仕様書に書かれてある正常な動作とは異なる動作を見つけ、正常に動作するよう修理する。修理後は、修理作業報告書へ要点を絞って簡潔に記述する。

【出題者のねらい】

修理競技は、日頃の訓練が難しいと思われるが、修理箇所を「偶然見つけたり」、「総当たりで見つけたり」するのではなく、与えられた回路の解析、回路の動作原理、プログラムの解析を通して、スキルの向上を図っていただきたい。

[2]-1 「情報レシーバ」の修理



症状把握

機器を実際に動作させ、動いていない状態（症状）を把握する。

電源を入れるとLCD表示されるが、タクトスイッチを離すと電源がOFFになる。（正常の場合、タクトスイッチを離しても電源はONのまま。）



ハードウェアとソフトウェアの切り分け

「LED照明スタンド」と「情報レシーバ」の電源回路は同じであり、LED照明スタンドはタクトスイッチを押した後離しても電源はOFFにならないことから、回路図の設計間違いでないと判断する。

電源スイッチを押し続ければ動作することから、電源回路の故障と判断する。



故障箇所特定

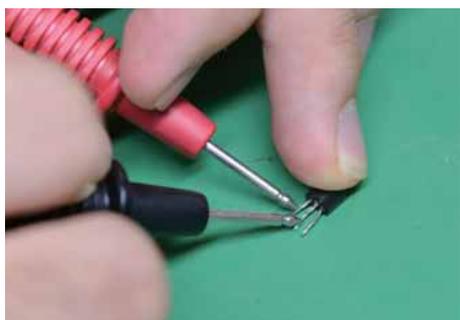
トランジスタの不良が疑われるため、電源の保持を行っているトランジスタ (TR2) の端子 (ベース、コレクタ、エミッタ) とGNDをプローブで挟み、電源スイッチを押す前と、押した後と、離した後とで電圧の変化を測定する。



トランジスタ (TR2) の測定により、ベースに電圧がかかってもコレクタの電圧に変化がないことから、トランジスタ (TR2) の故障を疑う。

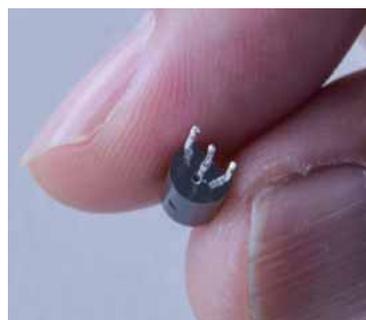


「情報レシーバ」からトランジスタ (TR2) を取り外す。
ハンダを吸い取りトランジスタを取り外す。



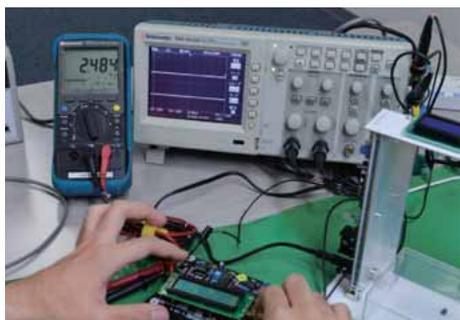
トランジスタの良否をテスターで確認する。

部品を観察すると端子の側に穴が空いていることから物理故障が原因だと分かる。



修理

トランジスタを支給し、取り付ける。



正常に動作することを確認する。

POINT

解析した情報 (測定した電圧の波形など) を回路図に記載しておく、後に報告書が書きやすくなる。

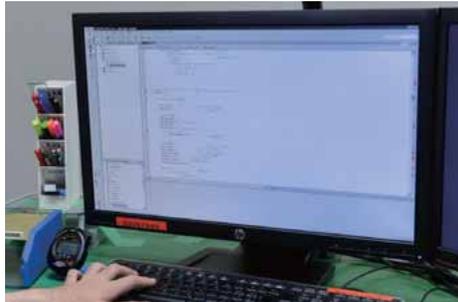
[2]-2 「LED 照明スタンド」の修理



症状把握

機器を順に動作させていく。

→LCD表示のオープニング画面のままで停止し、表示内容が変わらない。(正常な場合、表示が連続表示していく。)

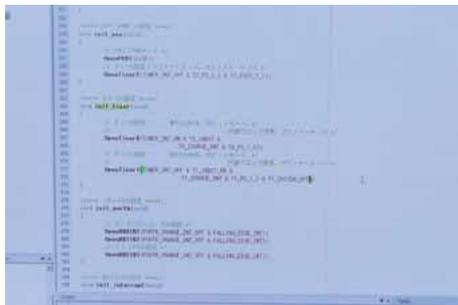


ハードウェアとソフトウェアの切り分け

表示内容の変更はソフトウェアで行っているため、ソフトウェアの故障と判断する。

・オープニングは動作する→LCDの通信ラインに異常はない。

→LCD表示以外は正常に動作していることから、LCDの通信の故障と判断する。



故障原因特定

ソフトウェアを解析し、LCDの表示関数が使用している箇所、LCDの通信ライン (RC0、1、3~7) の設定や制御に異常はないかを調べる。

故障の原因は、PIC18F2620 のRC0 とRC1 の重複使用。RC0 とRC1 は、LCD 表示器のRS、R/W で使用しており、タイマ1の外部発振回路を作動させる設定にもなっている。そのためタイマ1の外部発振回路用端子にRC0、RC1が使用されているため、LCD表示器が動作しない。

タイマの初期設定のソースリスト

```

/**** タイマの設定 *****/
void init_timer(void)
{
    /* タイマ0 設定： 割り込み ON、16 ビットモード、*/
    /*     内部クロック使用、プリスケアラ 1/8 */
    OpenTimer0(TIMER_INT_ON & T0_16BIT &
               T0_SOURCE_INT & T0_PS_1_8);
    /* タイマ1 設定： 割り込み OFF、16 ビットモード、*/
    /*     内部クロック使用、プリスケアラ 1/1 */
    OpenTimer1(TIMER_INT_OFF & T1_16BIT_RW &
               T1_SOURCE_INT & T1_PS_1_1);
}

```

タイマ1の外部発振回路を作動させる状態になっているので、タイマ1の外部発振回路を作動させない状態にする。

```

OpenTimer1(TIMER_INT_OFF & T1_16BIT_RW &
            T1_OSC1EN_OFF &
            T1_SOURCE_INT & T1_PS_1_1);

```



修理

不具合箇所を発見したら、正常に動作させるようにプログラムを書き換え、「LED照明スタンド」のPICへ書き込む。その後、正常に動作することを確認する。



[2]-3 修理報告書の作成



報告書作成

配布された用紙に手書きするか、ワード等を用いて作成し印刷する。

第1回 設備部と検査部で「電子機器修理」研修

修理作業報告書

ハードウェアの障害	
障害のある機器	(該当する番号に○をつける)
1. LED照明スタンド	2. 情報レシーバ
障害の状況 (写真に添付していない内容を記述する)	
電源スイッチを押して、LCD表示器にオープン画面が表示された後、電源スイッチから手を離すと、電源がセーブになってしまう。	
障害の原因 (障害の原因を記述する)	
トランジスタ 2SC181GR (TR2) のベースの電圧を 5V にしても、コレクタ電圧が下がらない。このため、トランジスタの故障が考えられる。	
修理・改修方法 (障害を除去するための行った方法を記述する)	
トランジスタ 2SC181GR (TR2) を新しいものと交換する。	
ソフトウェアの障害	
障害のある機器	(該当する番号に○をつける)
1. LED照明スタンド	2. 情報レシーバ
障害の状況 (写真に添付していない内容を記述する)	
電源をオンにすると、LCD表示器にオープン画面が表示された状態のままになる。(ただし、LCD表示器の表示が変わらないだけで、「LED照明スタンド」としての動作はしているようである。)	
障害の原因 (障害の原因を記述する)	
PIC18F2620 の TRCO と RCI は LCD 表示器をジェネルの RS、RW で使用している。しかし、マイマ 1 の外部駆動回路を動作させる設定になっており、これに RCO、RCI が使用されているため、LCD 表示器が動作しない。	
修理・改修方法 (障害を除去するための行った方法を記述する)	
371 行目を以下のように変更する。	
371: OpenTrance1 (TRCO, TRT, OVF, & #x140); RW = 0; RCO=1; RCI=0;	
372: TRCO=1; TRT=0; OVF=0; RW=1;	
または、371 行目を次の文を追加する。 RCO=1; RW=1; RCI=0;	
記述者番号	記述者氏名

設備部
設備作業報告書

POINT

報告書に記載する事項

- ・ 障害のある機器
- ・ 障害の状況
- ・ 障害の原因
- ・ 修理・改修方法

簡潔な記述を旨とするが、必要な情報は記載する。例えば、故障と判断する根拠となった事象は記載する、など。

<参考> 「LED照明スタンド」および「情報レシーバ」の動作確認

「LED照明スタンド」は、LEDを用いた可視光通信機能をもった照明スタンドで、DTMF信号をPWM変調して情報を送信する。「情報レシーバ」は、「LED照明スタンド」からの光信号を受信し、受信したチャンネル番号に対応したメッセージを表示する機能、および「LED照明スタンド」から送信されたメッセージをEEPROMに登録する。

「LED照明スタンド」、および「情報レシーバ」の修理・改修完了後、取扱説明書を参考に、以下の内容について確認、登録する。

- a. 「LED照明スタンド」、および「情報レシーバ」の電源が正常にオン、オフできる。



- b. 「LED照明スタンド」をテストモードにしたとき、「情報レシーバ」のテストモードで、DTMF信号が正常に受信できる。



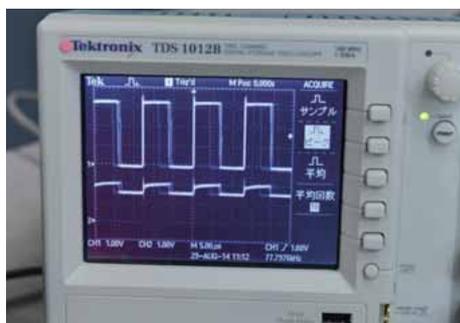
- c. 「LED照明スタンド」のチャンネル設定・送信モードでチャンネル1～チャンネル9に設定したとき、「情報レシーバ」の受信モードで、正常にメッセージが表示できる。



- d. 「LED照明スタンド」のメッセージ作成・登録モードを用いて、「情報レシーバ」のチャンネル9に自分の名前をカタカナで登録する。



[3] 測定（目安：1時間）



技能ポイント

測定課題で提示された測定項目について、観測した波形の範囲やレンジ設定など、また観測・測定結果から得た特性グラフなどの適切性など、測定作業に求められる基本的な技能。

波形観測、周期観測、波形推定観測の測定を行い、観測結果を評価する上で必要な情報をあわせて記載する。

【出題者のねらい】

修理課題における測定に関しては、①修理する前に測定するもの、②修理後に測定するもの、③修理状況によらず測定ができるもの、の3つに分けられる。競技Ⅱの開始までの準備の時間に、仕様書等をよく読み、出題者の意図を汲むことが重要である。

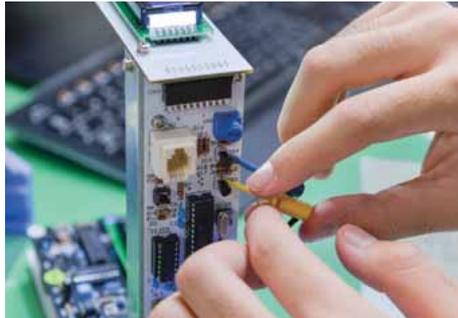
測定競技は、修理競技のみならず、回路の設計においても回路や素子の状態、特性を明らかにするための重要なポイントである。基本的な測定原理を理解したうえで、測定スキルのさらなる向上を期待する。測定シートには、「測定者以外の人が見ても理解できる」記述として欲しい。

今大会では、技術計算課題的な要素を取り入れた測定課題を出題した。今後も同様な問題を出題する可能性はあり得るので、今大会から技術計算競技がなくなったとはいえ、技術者として備えておくべきスキルであると心得ておいていただきたい。

[3]-1 波形観測

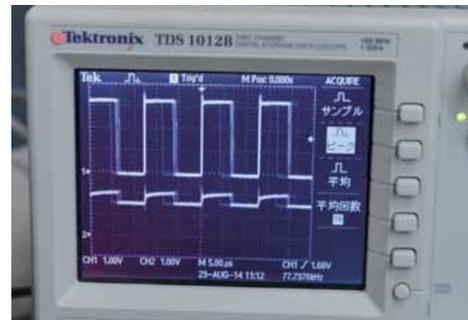
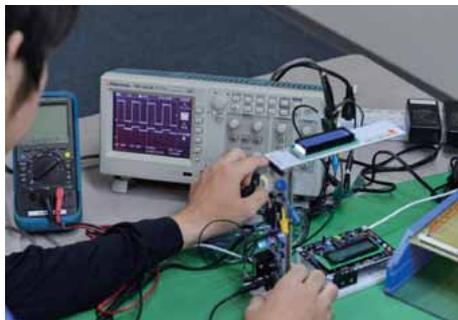
「LED照明スタンド」がDTMF信号を送信していない状態において、以下の測定を行う。

- 「LED照明スタンド」のTR3のベース電圧波形及びTR4のコレクタ電圧波形を同時に観測する。
- 波形観測結果からPWM信号の周期及びPWM信号のデューティ比を求める。



波形観測

オシロスコープでTR3のベース電圧波形及びTR4のコレクタ電圧波形を確認する。



計算

測定結果から、PWMの周期、デューティ比を計算する。

POINT

PWMの周期、デューティ比がわかる程度の周期に設定する。

測定シート1

(1)

(2)

PWMの周期	
デューティ比	

担当者番号: _____ 担当者氏名: _____



測定シート1

(1)

(2)

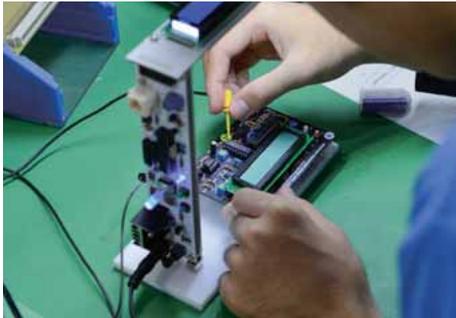
PWMの周期	12.8µs
デューティ比	51.0%

担当者番号: 55 担当者氏名: 大石 純也

[3]-2 周期観測

「情報レシーバ」を受信モードにして、「LED照明スタンド」からのDTMF信号を受信しているとき、「情報レシーバ」のLCD表示器に表示された受信確認マーク「*」の点滅周期を求める。

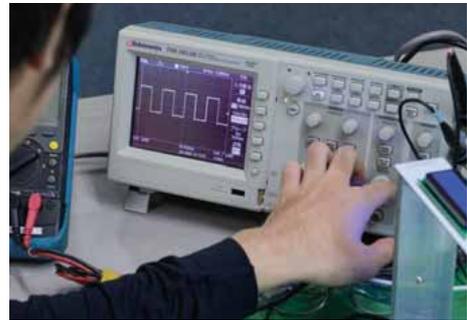
- 点滅周期を求めるために、「情報レシーバ」回路の適切な部分の電圧波形を観測する。
- 波形観測結果と「情報レシーバ」のプログラムソースを参考にして、点滅周期を求める。



波形観測

ソフトウェア（「情報レシーバ」のプログラム receiver_00name.c）から、「*」の点滅はDTMFレシーバIC（CM8870PI）のStD端子の立ち上がりを検知していることを調べる。よって、IC3のStD端子を測定することを決める。

オシロスコープで電圧波形を確認する。



考察

測定結果・ソフトウェアから点滅周期を計算する。

POINT

ソフトウェアで点滅の処理を行っている条件を調べ、測定箇所を決定する。

測定シート 2

(1) 観測した箇所

--

(2) 点滅周期

--

観測者番号: 観測者氏名:

--	--



測定シート 2

(1) 観測した箇所

IC3のStD端子

(2) 点滅周期

約 250 ms

観測者番号: 45 観測者氏名: 大石 隼也

[4] 提出

競技終了後に提出するものは以下のとおり。

- ア. 修理課題
- イ. 「課題提出用封筒」に入れるドキュメント等
- ウ. 「配布&回収用封筒」に入れるドキュメント等



8 期待される取組の成果

(1) 技能五輪全国大会の目的と目標

目標は日本一。そしてその目的は人材育成にある。

良いものを造る過程には、様々な工夫や努力の積み重ねが必ず伴う。

失敗や苦勞を重ね、少しずつ前進する。

『ものづくりはひとづくり』と言われるゆえんはここにある。

そして、技能の頂点を目指す、技能五輪の世界では“個”の力だけでは限界がある。

過去の先輩技能者が築き上げ、蓄積してきたノウハウを指導者から教わり、選手は更なる成長を遂げる。

この師弟関係を通じて、選手は自然と感謝の気持ちを持つようになる。

同年代の若者が集い、所属する企業の代表として大きな期待を受け、切磋琢磨して技能の頂点を目指す。このような掛け替えの無い経験が、将来職場の“核”となりリーダーシップを発揮する基となる。

まさに技能五輪は、人材育成に最適な仕組みである。



トヨタ自動車株式会社
人事部第2人事室
寺尾 健作さん

(2) 指導方針

指導は、過去に同職種を経験した先輩社員が中心となり行っている。

作業手順や方法の指導は、社内で受け継いできたノウハウを、標準作業として正確に伝えることを基本としている。

そして、基本が十分に身に付いた2回目以降の全国大会に挑戦する選手については、選手本人の意見や考えを引出し、積極的に作業改善をさせる。そして、良い改善については標準作業に取り入れ、社内の競争力向上に繋げるようにしている。



第51回技能五輪全国大会
銀賞 大石 航也さん

(3) 電子機器組立て職種の特徴

電子機器組立て職種は、出題課題が基本的に未公開であり、年々必要とされる技能や知識レベルも向上している。大会で必要とされる電子の幅広い知識の習得には、選手の興味を引き出し、もっと学びたいと思わせる動機づけが鍵となる。

また、電子分野は年々進化しており、一昔前の技術はすぐに陳腐化してしまう。常に世の中の最新技術に目を向けて、訓練カリキュラムを新鮮に保つことが重要である。

(4) 技能五輪後の業務

近年の自動車開発において、電子技術の重要性は飛躍的に増している。

電子機器組立て職種を経験した選手は、開発段階の車両に搭載される電子デバイスの試作や信頼性評価、量産に向けた技術開発等、電子に関連した部署に配属され、技能系職場の核として活躍している。

卷 末 資 料

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

公表1 第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

競技概要

1日目：競技Ⅰ（ものづくりプロジェクト）

競技時間7時間（午前3時間、午後4時間）

本競技は、マイコンが組み込まれた電子回路基板・機器（いわゆる「組み込みシステム」）の設計・製作をテーマにした「ものづくり」に求められる種々の技量（以下、「スキル」という）を競います。

本競技で競うスキルは、

- ① 提示された仕様を満たす電子回路基板・機器のハードウェアの設計・試作
- ② プリント基板の設計・製作を依頼する場合などに必要となる回路図の作成やプリント基板設計（CAD使用）
- ③ 回路図と組立図（実装図面）に基づく電子部品の実装・組立て（プリント基板、ユニバーサル基板）
- ④ 提示された仕様を満たす電子回路基板・機器のマイコンに組込むプログラムの設計・実装・テスト
- ⑤ 上記①～④に求められる電子回路解析と測定

です。

本競技は、基本的の一つの具体的なもの（具体的な電子回路基板・機器）を設計し製作する競技仕様を提示しますが、上記①～④の各スキルを的確に評価するために、競技を複数の競技課題で構成し実施します。

本競技を構成する競技課題は当日に公表しますが、上記③のスキルを評価する組立競技課題「MP3プレーヤー」の組立てについては事前に公表します。

2日目：競技Ⅱ

競技時間2時間30分

競技Ⅱは、マイコンが組み込まれた電子回路基板・機器の故障等の障害を取り除いて正常に動作するよう修理するスキルと、故障等の障害を解析する際に求められる測定スキルについて競います。

本競技の課題は、電子部品等の損傷や性能劣化、設計・実装ミス（プログラムのバグを含む）などで正常に動作しない電子回路基板・機器を題材にして、その障害を解析・診断し、正常に動作するよう修理するというものです。なお、修理対象の電子回路基板・機器には、故障等の障害箇所が2つ設けてあります。本競技課題は当日に公表します。

競技Ⅰ・Ⅱのスキル評価や競技環境の概要等については、**公表2**『競技仕様書集』として、当該選手へ事前に公表します。

1

競技概要

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

競技日程

11月21日（木）	～	14:00	工具搬入	
	14:00	～	16:00	受付、工具展開
11月22日（金）	9:00	～	9:10	開式
	9:10	～	11:30	下見（競技準備）
11月23日（土）	8:00	～	9:30	課題説明、競技準備
	9:30	～	12:30	競技Ⅰ（3時間）
				組立課題提出
	12:30	～	13:30	昼食休憩
	13:30	～	17:30	競技Ⅰ（4時間）
	17:30	～	18:00	提出作業、解散
11月24日（日）	8:00	～	9:30	課題説明、競技準備
	9:30	～	12:00	競技Ⅱ（2時間30分）
	12:00	～	12:30	提出作業
	12:30	～	14:00	昼食
				片付け、解散、機材搬出
11月25日（月）				作品展示（予定）

競技における一般的注意事項

- 競技委員および競技補佐員の指示に従うこと。
- 支給された機器、部品以外は、使用しないこと。支給品に異常がある場合には、申し出ること。
- 工具等の貸し借りを禁止する。
- 服装は、作業に適したものであること。
- 作業エリアは整理整頓し、安全作業に心がけること。
- 他選手の競技を妨害する行為をしないこと。
- はんだ付け作業の際は、保護メガネを着用すること。メガネ常用品もできるだけ保護メガネをすること。
- 競技中トイレに行く場合は、競技委員および競技補佐員に申し出ること。なお、所要時間は競技時間に含まれる。
- 携帯電話、スマートフォン等の通信機器の使用は禁止する。電源を切るか、マナーモードにしておくこと。
- 競技中においても、適宜給水すること。飲み物は、蓋の閉まる容器にて持ち込むこと。
- 昼食休憩の際、競技エリアから資料やメモの持ち出しを禁止する。なお、貴重品は各自の責任において管理すること。

2

競技概要

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

公表1 第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

採点概要

採点項目および配点

採点項目		配点
競技Ⅰ	回路設計・試作スキル	20点
	回路図作成スキル	10点
	基板設計スキル	10点
	組立スキル	20点
	プログラム設計スキル	15点
競技Ⅱ	修理スキル	15点
競技Ⅰ・Ⅱ	測定スキル	10点
合計		100点

（このページは空白です）

採点および順位

- (1) 競技Ⅰ・Ⅱの採点については、**公表2**『3競技仕様』の採点ポイントを参照のこと。
- (2) 順位は、次のルールにより決定する。
 - ① 合計点の高い順に1位、2位、3位、…とする。
 - ② 同点の場合は、「競技Ⅰ」の合計得点の高い選手を上位とする。
 - ③ さらに同点の場合は、「組立スキル」の得点の高い選手を上位とする。

3

採点概要

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

4

採点概要

公表1

第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

最新更新日:2013年10月8日

持参工具等一覧表

1. 競技実施に必要なもの

No.	区分	品名	数量	備考
1	工具類 (※1, 3)	リードペンチ	1式	
2		ニッパ	1式	
3		ワイヤストリッパ	1式	デフロン電線φ0.3の被覆がむけるもの。
4		ブラストドライバ	1式	M2, M3用, 電動は不可。
5		ボックスドライバ	1式	M2, M3用, 電動は不可。
6		精密ドライバ(+, -)	1式	半固定抵抗器等の調整用など。
7		電気はんだごて	1式以上	市販品のみ可。こて台, こて先クリーナー, 温度コントローラ, こて先温度計, 予備のこて先を含めてもよい。
8		はんだ吸取り用具	1式	ノズルクリーナー, 予備のフィルタやノズルを含めてもよい。電動も可。
9		プリント基板支持台	1式	ICB-96基板が置けるもの。回転するものが望ましい。
10		保護めがね	1個	組立作業では必ず着用のごこと。めがね着用者も着用することが望ましい。
11	測定器類 (※1)	デジタルテスタ	1~2台	アナログ式は不可。
12		オシロスコープ	1台	2チャンネル以上測定表示できるもの。同時に使用できるプローブは2本までとする。
13		ファンクションジェネレータ	1台	出力ケーブルの先は, みの虫クリップとする。
14		測定用ケーブル類	1式	フェノクリップ, みの虫クリップ, ICクリップなど。
15	開発環境	パソコン	1式以上	スペック等は, 公表2の資料(1)「パソコンの動作環境等一覧表」を参照。
16		PICライター	1台以上	公表2の「2競技設備基準 3. 開発環境(2)プログラム開発環境 ①」を参照。交換ケーブルを含む。
17	競技用 電子機器類 (※4, 5)	筐体(バックプレーンボード付き)	1式	
18		カップリングボード	1~2枚	
19		スタックボード	1枚	
20		電源ボード	1枚	
21		CPUボードⅢ	2枚	
22		LCDボード	1枚	16文字×2行のLCDモジュールを搭載した基板。各企業・学校にて自作して持ち込む。
23		ACアダプタ	1~2個	
24		PICデバウンスライタボード	適宜	公表2の「2競技設備基準 3. 開発環境(2)プログラム開発環境 ①」のPICマイコン(DIPタイプ)に書き込めること。
25		MP3プレーヤー用デコーダ基板	1枚	

5

持参工具等一覧表

No.	区分	品名	数量	備考
26	競技用 電子機器類 (※4, 5)	SDカード	1枚以上	ウイルスチェックをしておくこと。
27		イヤホン	1個	組立課題「MP3プレーヤー」の再生の際に使用する。ステレオタイプとする。
28	その他	テーブルタップ	1式	
29		組立課題の仕様書	1冊	
30		筆記用具	1式	
31		清掃用具	1式	

2. 必要なら持ち込んでもよいもの (※2)

No.	区分	品名	数量	備考
32	工具類 (※3)	スパナ	適宜	
33		六角レンチ	適宜	
34		ピンセット	適宜	
35		はさみ	適宜	
36		カッターナイフ	適宜	
37		(平)ヤスリ	適宜	
38		(シヤコ) 万力, バイス	適宜	
39		IC挿入・引抜き器	適宜	
40		ICリード整形器	適宜	
41		ジャンパー線成形治具	適宜	電動でないもの。
42		抵抗器リード線整形治具	適宜	電動でないもの。
43		ブレッドボード	適宜	付属品(電源, SW, IC, LED等)がないもの。ブレッドボード用配線材も含む。回路設計・試作競技で使用してよい。
44		定規, 自在定規	適宜	直線定規は30cm以上のものがよい。
45		製図用テンプレート	適宜	
46		部品整理用具	適宜	
47		工具整理用具	適宜	
48		基板収納台	適宜	
49		吸煙器	適宜	
50		ルーペ(拡大鏡)	適宜	スケール付きも可。照明付きも可。
51		ブラシ	適宜	基板のごみを除去するため。
52	競技用 電子機器類	信号取り出し基板	適宜	回路設計・試作競技でブレッドボードへ信号を取り出すため。
53		IC用信号取り出し用クリップ	適宜	
54		CPUボードⅢ用チェックボード	適宜	

6

持参工具等一覧表

No.	区分	品名	数量	備考
55	競技用 電子機器類	各種ボードの予備	適宜	作業エリアへ持ちこんでもかまわないが, 大会で使用されるものと区別して, しまっておくこと。(机にははしっておかないこと。) やむを得ず予備を使用する場合は, その事情を競技委員に説明し, 許可を受けてから使用すること。
56	パソコン用品	ディスプレイ	適宜	CADを操作する際はデュアルディスプレイが望ましい。
57		プリンタ	適宜	持参することが望ましい。作業エリアの電流容量から, インクジェットプリンタに限る。会場にはネットワークプリンタを用意する。
58		LANケーブル	適宜	競技用ネットワークに接続するケーブルは会場にて用意する。カテゴリ5eケーブルとする。
59		LAN HUB	適宜	
60		USBケーブル	適宜	競技で使用する場合は配付されるが, 持込み品を使用してもよい。
61		USB HUB	適宜	
62		USBメモリ	適宜	競技で使用するものは, 配付する。ウイルスチェックをしておくこと。
63		SDカードリーダー	適宜	
64		無停電電源(UPS)	適宜	
65	マニュアル等	仕様書	適宜	公表2の「競技仕様書集」や事前に公表されている仕様や資料等。PDFファイルでも可。
66		PICマイコンデータシート	適宜	使用するPICマイコンのデータシート。PDFファイルでも可。
67		C18コンパイラマニュアル	適宜	PDFファイルでも可。
68		PICマイコンに関する書籍	適宜	公表2の「3-6プログラム設計競技仕様」に掲載されている参考図書3冊のみ。
69		作業工程表, 時間管理表等	適宜	
70	その他	椅子	適宜	会場でも用意はするが, 高さ調整ができる昇降使用しているものを持参することが望ましい。
71		折りたたみ式会議テーブル	適宜	作業台に用いるテーブルは会場にて用意するが, 棚の高さ等にこだわる場合は, 標準サイズのテーブルのみ持込み可とする。ただし, 過度の加工を施したものは, 不可とする。
72		作業台下敷き	適宜	滑電マット等。作業台の大きさは, 公表2「1競技会場仕様」を参照。
73		作業台高さ調節用具	適宜	体の大きさにあわせ机の高さを調整してもよい。
74		作業台固定用具	適宜	作業台が揺れる場合には万力等で固定してよい。
75		照明器具	適宜	会場の照明だけでは十分な明るさを得られない場合があるので, 持参することが望ましい。
76		配線収納用具	適宜	ダクト, スパイラルチューブなど。パソコン等のケーブルを収納する場合に用いる。

7

持参工具等一覧表

No.	区分	品名	数量	備考
77	その他	仕切り用つたて	適宜	高さ400mm以下, 作業台の幅以下。透明なビニールシートを使用する。隣の選手とのしきりに使用してもよいが, 見学者が作業を見ることができるよう透明なものに限る。
78		開電卓	適宜	
79		ストップウォッチ, 時計	適宜	
80		テープ類	適宜	セロハンテープ, マスキングテープなど。
81		ファイリング用品	適宜	配布資料の整理用。
82		書類留め具	適宜	ステープレ(ホッチキス), クリップなど。
83		クリップボード	適宜	説明時のメモ取り用。
84		カーゼ類	適宜	ウエス, キムワイブ(パーパナブキン)など。
85		手袋	適宜	
86		作業着等	適宜	作業に適したものを。作業着の背側にゼッケンをつける(縦側は任意)。

3. 持ち込んではいけないもの

No.	区分	品名	理由等
1		携帯電話・トランシーバーなどの通信機器および通信用アプリケーション	競技の公平性を保つため, 競技中の内部・外部との通信を禁止する。(パソコンシステムに標準で搭載されているものは, 削除する必要はないが, 使用は禁止とする。)
2		(塗布)フラックス	競技の公平性を保つため, 使用は禁止とする。
3		無水アルコール, 揮発性溶剤などの洗浄剤	競技の公平性を保つため, 使用は禁止とする。
4		組立課題完成品	練習で作成した組立課題「MP3プレーヤー」の持ち込みは禁止とする。
5		電子部品(※6)	競技に必要な電子部品は支給する。(持ち込み指定のあったものは除く。)
6		はんだ, 電線類(※6)	競技に必要な線材類は支給する。(はんだごてでの先端保護のためのはんだは持ち込み可だが, 競技には使用しないこと。)
7		組立課題用ICチェッカー	組立課題用ICチェッカーは, 選手個々での持ち込みは禁止とする。組立課題用ICチェッカーは, 企業・学校ごとに指導員が必要数持参する。ICチェッカーは指定の場所に設置し, 選手はその場所にて使用する。
8		書籍, ノート, 資料	回路設計, プログラム設計において, ヒントとなり得るものを排除するため, 市販書籍はもとより, 日頃の訓練の成果をまとめたノートや資料(公式集, 計算シートなど)は, 電子ファイルも含め禁止とする。また, トランジスタや汎用ロジックなどの規格表も禁止する。競技に必要な部品は, 配布したデータシートを参照すること。

8

持参工具等一覧表

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

注意事項

- ※1 工具一覧表に示す工具類、測定器類などは、組立て競技以外の競技において使用するものを含む。
- ※2 工具一覧表中の「適宜」とは、競技に必要なと思われる場合には必要数を用意する。
- ※3 工具一覧表に示すものは、加工して持ち込んでよい。
- ※4 競技用電子機器類は、できる限り予備を用意しておく。
- ※5 競技用電子機器類を準備することができない場合は、競技委員から貸与する。
- ※6 工具展開時に、はんだ付け練習を行うために持ち込んだ電子部品やプリント基板等は、練習終了後、作業エリアからすべて撤去すること、下見の際に残っていないこと。また、はんだ付け練習は、工具展開時のみとし、下見時に行ってはならない。

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

(このページは空白です)

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

公表 1 第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

組立競技課題「MP3 プレーヤー」の組立て

1. 電子機器の概要

電子機器「MP3 プレーヤー」は、SD カードに書き込んだ MP3 形式の音楽ファイルを再生し、4つの周波数帯をレベルメータに表示する電子機器である。電子機器「MP3 プレーヤー」の動作の様子を図 1.1 に示す。

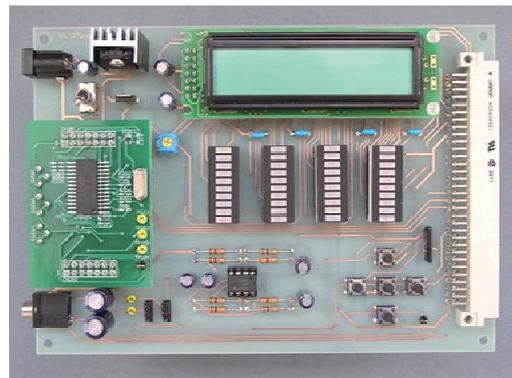


図 1.1 電子機器「MP3 プレーヤー」

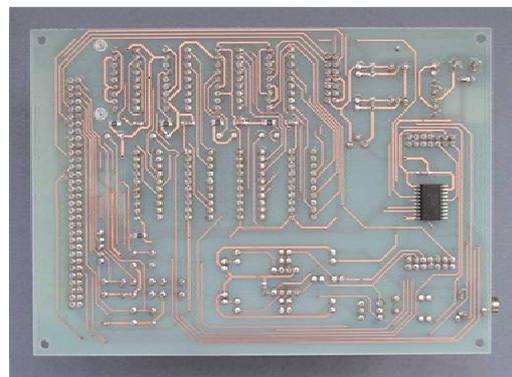
電子機器「MP3 プレーヤー」は、大きく 2 枚の基板から構成される。1 枚は、図 1.2 に示す MP3 プレーヤー組立基板で、この基板には図 1.3 に示すデロージング基板をさらに実装する。もう 1 枚は、PIC マイコンを搭載した CPU ボードである。この 2 枚の基板は、スタックボードを用いてコネクタを接続する。

電子機器「MP3 プレーヤー」の動作ブロック図を図 1.4 に示す。

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013



(a)表面



(b)裏面

図 1.2 MP3 プレーヤー組立基板

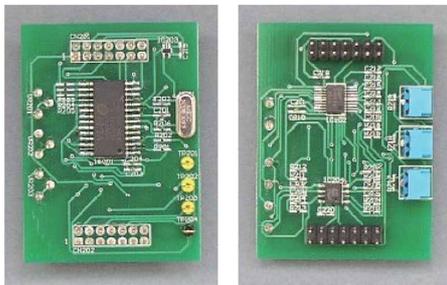


図 1.3 デコーダ基板

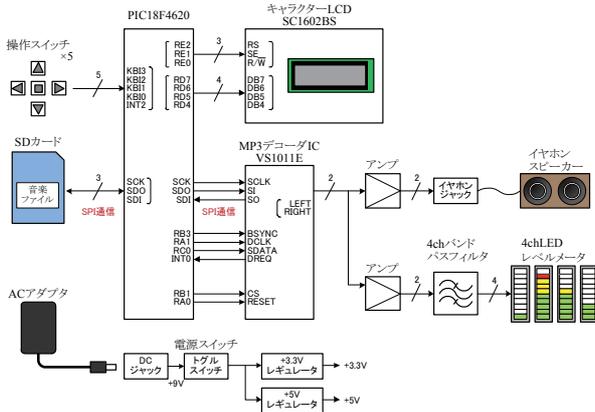


図 1.4 MP3 プレーヤーの動作ブロック図

音楽ファイルが格納された SD カードは、CPU ボードのスロットルに挿入する。PIC マイコン PIC18F4620 が、SPI 通信で音楽データを読み出す。読み出されたデータは、さらに SPI 通信で MP3 デコーダ IC VS1011e に送られ、再生される。音楽信号は増幅した後、イヤホンあるいはスピーカーで聞くことができる。音楽はステレオである。また音楽信号は、4ch のバンドパスフィルタを通過し、4 つの LED レベルメータにそれぞれのチャンネルの電圧レベルを表示する。

「MP3 プレーヤー」の操作は、十字に配置された 5 つの操作スイッチにより行い、曲名などの音楽情報は、キャラクター LCD に表示される。

スタックボードのバスの信号割り付け、および、MP3 デコーダ基板のコネクタのピン割り付けを表 1.1 に示す。

表 1.1 スタックボードのバスの信号割り付けおよび
デコーダ基板のコネクタのピン割り付け

CPU ボード	スタック ボード	MP3 プレーヤー組立基板		
		接続先信号名	デコーダ基板 接続先信号名	CN102~CN104 のピン番号
PIC18F4620 の信号名	CN101 の ピン番号			
RD4	a5	LCD101 DB4		CN104 11 ピン
RD5	a6	LCD101 DB5		CN104 12 ピン
RD6	a7	LCD101 DB6		CN104 13 ピン
RD7	a8	LCD101 DB7		CN104 14 ピン
RE2	a12	LCD101 RS		CN104 4 ピン
RE0	a13	LCD101 R/W		CN104 5 ピン
RE1	a14	LCD101 E		CN104 6 ピン
KB13	b1	SW106 上		
KB12	b2	SW105 下		
KB11	b3	SW104 左		
KB10	b4	SW103 右		
RB3	b5		VS1011e BSYNC	CN102 5 ピン
INT2	b6	SW102 中央		
RB1	b7		VS1011e CS	CN102 9 ピン
INT0	b8		VS1011e DREQ	CN102 1 ピン
GND	b9	GND	GND	CN102 6 ピン
SDO	b17		VS1011e SI	CN102 13 ピン
SDI	b18		VS1011e SO	CN102 14 ピン
SCK	b19		VS1011e SCLK	CN102 11 ピン
RC0	b22		VS1011e SDATA	CN102 12 ピン
RA2	b27		VS1011e DCLK	CN102 3 ピン
RA1	b28		VS1011e RESET	CN102 7 ピン
+5V	b32	+5V	+5V	CN102 2 ピン
		VS1011e +3.3V	+3.3V	CN102 4 ピン
		SIG LED101		CN103 2 ピン
		SIG LED102		CN103 4 ピン
		SIG LED103		CN103 6 ピン
		SIG LED104		CN103 8 ピン

2. 構成機器

(1) MP3 デコーダ

デジタル化された音楽ファイルは、圧縮の仕方により WAVE, MP3, WMA, AAC, MIDI などの形式があり、MP3 形式は現在一番多く用いられている。

CPU ボードの PIC18F4620 の SPI モジュールを使用して、SD カードから MP3 ファイルデータを読み込み、74LVC245 でレベル変換を行い、MP3 デコーダ VS1011e に入力する。本機器で使用する MP3 デコーダは、フィンランドの VLSI Solution Oy 社の VS1011e である。パッケージを図 2.1 に、機能を表 2.1 に示す。



図 2.1 MP3 デコーダ VS1011e (SOP パッケージ)

表 2.1 MP3 デコーダ VS1011e の機能

項目	内容
デコード可能なフォーマット	・ MP3 など ・ WAV など
音響コントロール	・ 低音および高音のコントロール ・ 高音質ステレオ DAC 内蔵 ・ ステレオ・ヘッドフォン・アンプ内蔵 (30Ω 負荷を駆動可)
クロック	・ 外部クロック 12~13MHz または 24~26MHz ・ クロック・ダブリング内蔵
ビットレート	・ MP3 フォーマットの場合は最大 320kb/s
サンプルレート	・ 最大 48kHz (内部クロック 24.576MHz 時)
インターフェース	・ シリアル方式 ・ 最大 4 本の汎用 I/O ピンにより機能追加が可能
内蔵メモリ	・ コードデータ用 RAM 5.5KB ・ SPI フラッシュ・ブート

(2) バンドパスフィルタとレベルメータ

VS1011e から出力された音楽信号を、ディテクタ 4 素子を内蔵したスペアナ表示用バンドパスフィルタ NJM2760 (新日本無線) に入力し、4 つの周波数帯の電圧信号を作成する。それぞれの周波数信号を、LED ドライバに入力し、図 2.2 に示す 4 つの LED レベルメータに表示する。バンドパスフィルタの周波数帯域と LED レベルメータの対応を表 2.2 に示す。

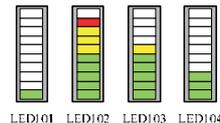


図 2.2 LED レベルメータの配置

表 2.2 バンドパスフィルタの周波数帯と LED レベルメータ

バンドパス フィルタ No.	バンドパスフィルタの 中心周波数 f_c [Hz]	対応する 半固定抵抗	対応する LED レベルメータ
BPF4	60 ~ 260	VR201	LED101
BPF3	220 ~ 740	VR202	LED102
BPF2	960 ~ 3200	VR203	LED103
BPF1	8000	-	LED104

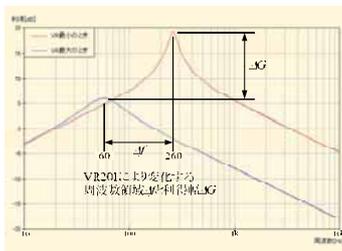
バンドパスフィルタの中心周波数 f_c は、NJM2760 に接続された半固定抵抗器により設定することができる。バンドパスフィルタ BPF4, BPF3, BPF2 の周波数特性グラフの例を、それぞれ図 2.3(a)~(c) に示す。グラフは、半固定抵抗器を最小および最大にした時の特性を描いており、スweepする周波数領域 Δf 、利得幅 $4G$ を示している。なお、部品個々の特性の違いから、必ずしもこのグラフと同じになるとは限らない。

MP3 デコーダ VS1011e には、正弦波テストモードが用意されており、発振周波数データを含む 8 バイトのコマンドシーケンスにより、指定された周波数 f の正弦波を出力することができる。この周波数を利用して、半固定抵抗器を調整することで、バンドパスフィルタの中心周波数 f_c を所望の発振周波数 f に合わせる事ができる。このとき、フィルタの出力電圧が最大 (ピーク) となるので、レベルメータの表示は最大となる。NJM2760 の出力電圧とレベルメータ表示の対応を表 2.3 に示す。

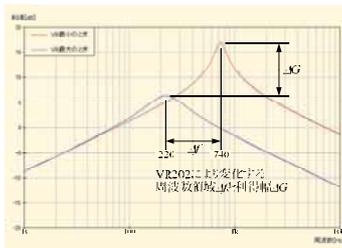
表 2.3 NJM2760 の出力電圧と LED レベルメータ表示の対応

NJM2760 出力電圧 [V]	0.11	0.24	0.36	0.49	0.61	0.74	0.87	0.99	1.12	1.24
LED レベル メータ の表示										

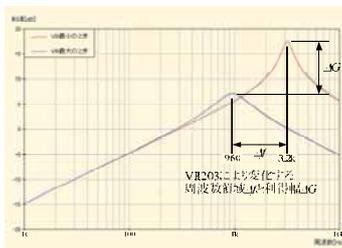
技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013



(a) BPF4



(b) BPF3



(c) BPF2

図 2.3 バンドパスフィルタの周波数特性

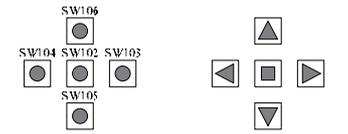
17

組立競技課題

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

(3) 操作スイッチ

操作スイッチの配置図を図 2.4(a)に示す。5 個の操作スイッチは、図 2.4(b)のようなボタンアイコンとして意味を持たせる。操作スイッチの機能は、「3. 動作仕様」の表 3.1, または表 3.3 を参照のこと。



(a)操作スイッチの配置 (b)ボタンアイコンの関係

図 2.4 操作スイッチ

(4) SD カード

電子機器「MP3 プレーヤー」で使用する SD カードは、制御マイコン PIC18F4620 に組み込む FatFs 関数の都合上、メモリ容量 2GB 以下の FAT16 でフォーマットされたものを使用する。SDHC, SDXC, および FAT16 以外でフォーマットされたものは使用できないので注意すること。

なお、SD カード、ファイルシステムについては、(付録 A) を参照のこと。FatFs 関数の利用方法については、公表 2『資料 (5) FatFs の利用手引き』を参照のこと。

(5) 楽曲データ

イ) ID3 タグについて

ID3 タグは、MP3 ファイルの中に、アーティスト、作成年、曲名等の情報を書き込むための規格である。ID3 はいくつかのバージョンが存在する。このうち、ID3v1 はファイルの末尾に、ID3v2 はファイルの先頭にタグが書かれるため、図 2.5 に示すように同時に 1 つのファイルに含めることができる。ID3v1, ID3v2 のタグの構成をそれぞれ表 2.4, 表 2.5 に示す。

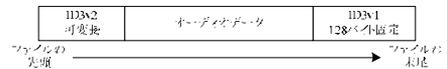


図 2.5 MP3 ファイルの形式と ID3 タグの位置

なお、電子機器「MP3 プレーヤー」では、ID3v1 タグの内容 (以下 i ~ iii) を読み込み、キャラクタ LCD に表示させている。

- i アーティスト名
 - ii アルバム名
 - iii 曲名
- ※それぞれ半角英数カナ 30 文字以内

18

組立競技課題

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

表 2.4 ID3v1 タグの構成

構成内容	領域
識別子	3 バイト
曲名文字列	30 バイト
アーティスト文字列	30 バイト
アルバム文字列	30 バイト
目付文字列	4 バイト
コメント文字列	30 バイト (ID3v1.1 では 28 バイト)
空き (ID3v1.1 のみ)	1 バイト
トラック (ID3v1.1 のみ)	1 バイト
ジャンル	1 バイト

表 2.5 ID3v2 タグの構成

構成内容	領域
ヘッダ	10 バイト
拡張ヘッダ	可変長 省略可能
フレーム	可変長
Padding 領域	可変長 省略可能
フッタ	10 バイト 省略可能

ロ) MP3 データについて

表 2.6 に SD カードに格納する MP3 ファイルデータの仕様を示す。SD カードからデータが読み取れなかった場合はエラーとなり、音は再生されない。

表 2.6 SD カードに格納する MP3 データの仕様

項目	内容
ファイル格納場所	ルートディレクトリ
曲数	上限なし。ただし、LCD に表示できる曲数は最大 255 曲まで
ビットレート	最大 320kb/s (MP3 デコーダ VS1011e の特性)
サンプルレート	正規の再生ができるのは、最大 48kHz (MP3 デコーダ VS1011e の特性)
音数	ステレオまたはモノラル
ファイル名	半角英数 8 文字以内+拡張子
拡張子	.MP3 もしくは .mp3

【参考資料等】

- ・SD アソシエーション <http://www.sdcard.org/jp/home>
- ・ケイタイ Watch <http://k-tai.watch>
- ・ファイルシステムの違いについて http://buffiles.com/hello.com/app/answers/detail/a_id/1079
- ・FAT と NTFS <http://www.7a.biglobe.ne.jp/~fatsp1ife/arekore03.html>
- ・FD の構造と FAT12 <http://park12.wakwak.com/~eslab/ocmemo/fdfat/fdfat4.html - 4.1.1>
- ・技術メモ: ID3 タグ仕様 (mp3 タグ) http://pub.ne.jp/matsuk2/entry_id=1019865

19

組立競技課題

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

3. 動作仕様

(1) 動作モードの切り替え

動作モードの切り替えの流れを図 3.1 に示す。MP3 プレーヤー組立基板のトグルスイッチ SW101 を ON にして、電源を投入する際、操作スイッチの真ん中 SW102 が押されていないば「テストモード」で、押されていないば「プレイモード」で起動する。

モードを変更する場合は、再度電源を投入するか、CPU ボードのリセットスイッチを押す。

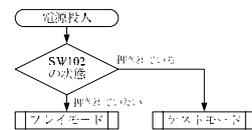


図 3.1 動作モードの切り替え

(2) テストモード

テストモードは、MP3 デコーダ VS1011e を正弦波テストモードで動作させ、出力される正弦波信号を用いて、LED レベルメータの調整をする。テストモードの動作の様子を図 3.2 に示す。

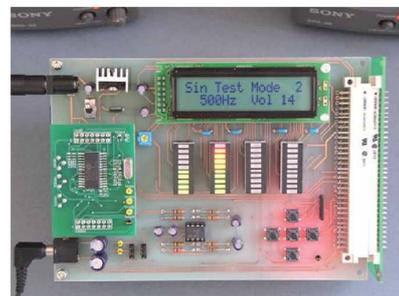


図 3.2 テストモードの動作の様子

20

組立競技課題

イ) スイッチの機能

テストモードでは、VS1011e から出力させる周波数 $f_a \sim f_d$ の4つの正弦波をスイッチで切り替えて使用する。5つのスイッチの機能を表3.1に示す。

表3.1 テストモードとしてのスイッチの機能

部品記号 ボタンアイコン	動作	機能	備考
SW102 	押す	組合せ番号の選択 1 → 2 → 3 → 1 …の順に変化する	—
SW103 	押す	周波数アップ $f_a \rightarrow f_b \rightarrow f_c \rightarrow f_d$ の順に変化する f_a のときに押ししても変化せず	—
SW104 	押す	周波数ダウン $f_d \rightarrow f_c \rightarrow f_b \rightarrow f_a$ の順に変化する f_d のときに押ししても変化せず	—
SW105 	押す	音量ダウン	—
SW106 	押す	音量アップ	—

ロ) LCD表示

キャラクタLCDには、MP3デコーダVS1011eから出力される正弦波の周波数と音量を表示する。図3.3に表示例を示す。

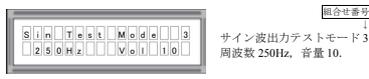


図3.3 テストモードのLCD表示例

ハ) バンドパスフィルタの設定

VS1011e から出力させる周波数 f の正弦波に、バンドパスフィルタ BPF4~BPF2 の中心周波数 f_c を合わせるよう、すなわち、フィルタの出力がレベルメータで最大となるように、半固定抵抗器 VR201~VR203 を調整する。VS1011e が出力する4つの周波数信号は、表3.2に示す $f_a \sim f_d$ の3つの周波数と、LED104の動作確認用周波数 f_e (8000Hz) の信号である。

なお、表3.2に示すように4つの周波数パターンは、1~3の3つの組合せが用意されている。競技においては、大会当日に組合せを抽選する。

表3.2 テストモードの周波数組合せ

組合せ	調整時の 音量	周波数 f_a (BPF4を調整)	周波数 f_b (BPF3を調整)	周波数 f_c (BPF2を調整)	周波数 f_e (LED104動作確認)
1	17	125Hz	280Hz	1000Hz	8000Hz
2	12	175Hz	500Hz	2000Hz	8000Hz
3	7	250Hz	750Hz	3000Hz	8000Hz

《バンドパスフィルタの設定方法》

- SW102を押し、当日抽選された組合せ番号を選択する。
- SW105、SW106により、音量を調整時の指定音量に設定する。
- 周波数 f_a の正弦波信号が出力されているので、VR201を回してBPF4の特性を変化させ、LED101の点灯数が最も多くなるように、すなわち、レベルメータの振れが最大となるように調整する。
- SW103を押しして周波数を変更する。
- 同様に、周波数 f_b の信号を用い、VR202によりLED102の点灯数が最も多くなるようにBPF3の調整を行う。
- SW103を押しして周波数を変更する。
- 同様に、周波数 f_c の信号を用い、VR203によりLED103の点灯数が最も多くなるようにBPF2の調整を行う。

(調整上の注意)

- デコーダ基板については、事前に正常に動作することを確認し、大会に持ち込むこと。正常動作しているデコーダ基板では、それぞれの組合せにおいて、おおむね図3.4に示すようにレベルメータが点灯する。このレベルを下回るような点灯数であれば、デコーダ基板の不良が考えられるので、改修しておくこと。

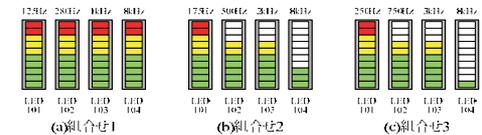


図3.4 正常なデコーダ基板のレベルメータ点灯数

(3) プレイモード

プレイモードは、SDカードに格納された音楽ファイルをMP3デコーダVS1011eを通して再生する。スピーカーを使って再生する場合は、ジャンボセットJS101、JS102を下側に、イヤホンを使って再生する場合は上側に差し込む。プレイモードの動作の様子を図3.5に示す。

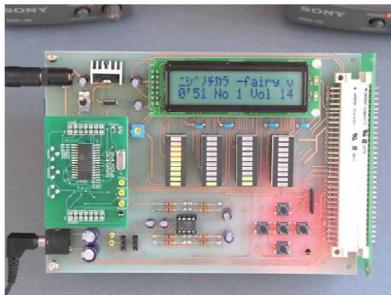


図3.5 プレイモードの動作の様子

イ) スイッチの機能

プレイモードでのスイッチの機能を表3.3に示す。

表3.3 再生モードとしてのスイッチの機能

部品記号 ボタンアイコン	動作	イメージ アイコン	機能	備考
SW102 	押す		一時停止/再生	—
	長押し		音域モード切替 ◇全体音量→低音→高音の順で音量調整ができる	—
SW103 	押す		次曲にスキップ	—
SW104 	押す		曲頭から再生	再生時間が0.02以上のとき
			前曲にスキップ	再生時間が0.02未満のとき

表3.3 再生モードとしてのスイッチの機能 (続き)

部品記号 ボタンアイコン	動作	イメージ アイコン	機能	備考
SW105 	押す		音量ダウン ◇音域モードによって、調整できる音域が変わる	全体音量は20段階で調整可能
SW106 	押す		音量アップ ◇音域モードによって、調整できる音域が変わる	低音、高音は15段階で調整可能

※「長押し」操作とは、1秒以上ボタンを押してから離す動作。単に「押す」操作とは、押してすぐ離す動作。

ロ) LCD表示

キャラクタLCDには、以下の情報を表示する。表示例を図3.6(a)~(d)に示す。上段:MP3ファイルのTAG情報(ID3v1)に書かれている曲名、アーティスト名、アルバム名を3秒おきに表示する。16文字を超える場合は、横スクロール表示する。

また、SDカード読み込みに失敗した場合、再生可能な曲が格納されていない場合は、エラーメッセージを表示する。

下段:再生時間、曲ナンバー、音域・音量を表示する。

再生時間…0:00~0:59まで表示可能。
曲ナンバー…1~255までの再生順の番号。
音域・音量…全体の音量は20段階で表示、高音、低音は15段階で表示。

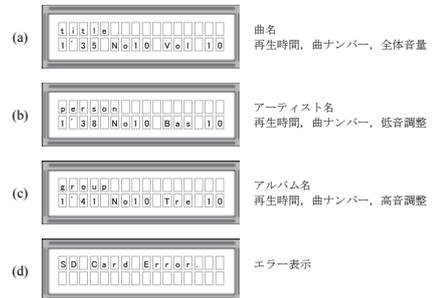


図3.6 プレイモードのLCD表示例

(注意)

エラー表示された場合、SDカードを確認後、再度電源を投入するか、CPUボードのリセットスイッチを押す。

ハ) 曲の再生順番について
プレイモードで動作する際、まず最初に、SD カード内の再生可能ファイル数を確認し、キャラクタコード順に再生される。ファイル名の先頭文字から順に1文字ずつ比較しソートするため、「10xyz.mp3」のほうが「2abc.mp3」よりも先に再生される。なお再生される際、順番に曲ナンバーが降られる。

例1) ファイル名のキャラクタコードによる再生順の判定

ファイル名	再生順
1.mp3	2
10.mp3	3
2.mp3	5
02.mp3	1
1abc.mp3	4

(1 曲目の判定手順)

- ① “1.mp3” と “10.mp3” を比較
 - ・ 先頭の文字は “1” 同士で判定つかず。
 - ・ 2文字目を比較すると、“1.mp3” は2文字目がないため、“1.mp3”のほうがキャラクタコードが小さいと判定される。
- ② “1.mp3” と “2.mp3” を比較
 - ・ 先頭の文字 “1” と “2” を比較すると、“1.mp3”のほうがキャラクタコードが小さいと判定される。
- ③ “1.mp3” と “02.mp3” を比較
 - ・ 先頭の文字 “1” と “0” を比較すると、“02.mp3”のほうがキャラクタコードが小さいと判定される。
- ④ “02.mp3” と “1abc.mp3” を比較
 - ・ 先頭の文字 “0” と “1” を比較すると、“02.mp3”のほうがキャラクタコードが小さいと判定される。
- ⑤ その結果、“02.mp3” が再生され、曲ナンバー1 が割り振られる。

(2 曲目以降の判定手順)

- ⑥ 前曲のファイル名とそれぞれのファイル名を比較
 - ・ 前曲のファイル名よりキャラクタコードが小さい、もしくは同じ場合は、すでに再生されたものとして判断される。
 - ・ 前曲のファイル名よりキャラクタコードが大きいファイル名の中から、1 曲目を決めたとときと同じように比較し、2 曲目以降に再生する順番が決められる。

例2) ファイル名に大文字/小文字が混在する場合の判定

ファイル名	再生順
ABC.mp3	1
Abc0.MP3	2
abc1.mp3	3

大文字/小文字は、ファイル名、括弧子に関わらず、区別されない。(ファイル名を比較する際に、すべての文字を大文字に変換して行うため。)この例の場合は、ファイル名に付けられた数字により曲ナンバーが決定する。

4. 組立仕様

MP3 プレーヤー組立基板の組立ては、付録の回路図、部品配置図により、公表2『4-3 組立基本仕様』に従い組立てること。以下に組立仕様が記載されている部品については、それに基づいて組立てること。

(付録)

- ・ MP3 プレーヤー組立基板 回路図
- ・ MP3 プレーヤー組立基板 部品配置図 (表面, 裏面)
- ・ MP3 プレーヤー組立基板 パターン図 (表面, 裏面)
- ・ MP3 プレーヤー組立基板 部品表
- ・ MP3 プレーヤーデコーダー基板 回路図
- ・ MP3 プレーヤーデコーダー基板 部品表

(1) トグルスイッチの取付け

トグルスイッチ SW101 は、操作方向と回路図にあわせ、スイッチの3番端子が上向きとなるように取付ける。すなわち、図4.1のようにRATINGの表示が右側を向くように取付ける。



図4.1 トグルスイッチの取付け

(2) タクトスイッチの取付け

タクトスイッチ SW102~SW106 は、リードの曲がり直さず、図4.2のように止まりまで挿入し取付ける。



図4.2 タクトスイッチの取付け

(3) 3端子レギュレータの取付け

イ) 5V 出力3端子レギュレータ IC101 は、図4.3のように放熱板 H101 にねじ止めする。放熱板は基板から浮かないように取付け、放熱板のピンは、はんだ付けをしない。

ロ) 3.3V 出力3端子レギュレータ IC102 は、絶縁チューブをかぶせないで、リードの止まりまで挿入し、リードを折り曲げずにはんだ付けする。

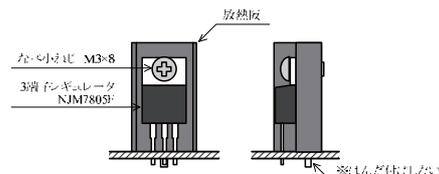


図4.3 3端子レギュレータと放熱板の取付け状態

(4) 10バーLEDアレイの取付け

イ) 10バーLEDアレイ LED101~LED104 のリードは、切断せずに IC ソケットに挿入する。LED の上面の高さは、図4.4のように基板から16mm以下にする。また、4つのLEDの高さは揃える。

ロ) LED面の保護シートは剥がす。

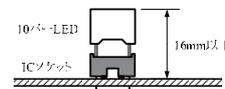


図4.4 10バーLEDアレイの挿入状態

(5) MP3デコーダ基板の取付け

MP3デコーダ基板は、ピンソケット CN102, CN103 に奥までしっかりと挿入する。

(6) キャラクターLCDの組付け

イ) キャラクターLCDモジュール基板 LCD101 は、あらかじめはんだ付けしたピンヘッダを、図4.5のようにピンソケット CN104 に奥までしっかりと挿入する。

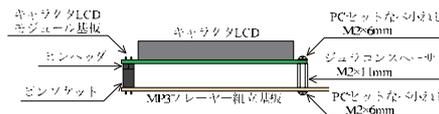


図4.5 LCDモジュール基板の組付け状態

- ロ) モジュール基板の右側のビス穴に、M2のジェラコンスペーサー、M2のセットなべ小ねじを使用し、基板に組付ける。
ハ) 表面の保護フィルムを剥がす。

- (7) 電子機器「MP3プレーヤー」の組付け
MP3プレーヤー組立基板とCPUボードは、スタックボードで接続し、図4.6のように組付ける。なお、スペーサ、ねじ類は図4.7を参照して組付け、手で回したときに緩まない程度に締め付けること。

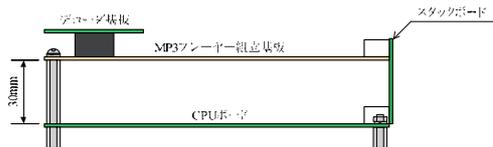


図4.6 電子機器「MP3プレーヤー」組付け状態

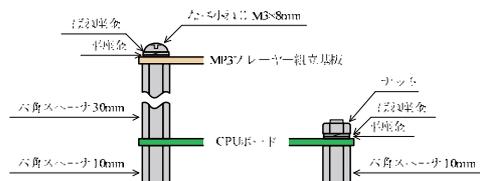


図4.7 スペーサの組付け

5. 動作確認仕様

電子機器「MP3プレーヤー」の動作確認は、以下の手順にもとづいて行う。なお(1)および(2)については、競技開始前に実施してもよいものとする。

- (1) SDカードへのMP3データの書き込み
動作確認用音源ファイル^{※1}を、SDカードへ書き込む。
- (2) MP3プレーヤー用プログラムの書き込み
CPUボードのPIC18F4620に、MP3動作プログラム「MP3.hex」を書き込む。
- (3) 電子機器「MP3プレーヤー」の構成
構成したMP3プレーヤーのMP3プレーヤーボードに、ACアダプタとイヤホン(またはスピーカー)を接続する。
- (4) テストモードでの調整
SW102を押しながらSW101をONにし、テストモードに入ることを確認する。テストモードにおいて、以下の5項目を確認する。必要に応じ、オシロスコープを使用してよい。
 - ①VR101を調整し、LCD101のコントラストを調整する。
 - ②イヤホンまたはスピーカーから、音が出力されることを確認する^{※2}。
 - ③SW103またはSW104を押すごとに、TP102またはTP103に出力される信号の周波数、イヤホンから出力される音の高さ、およびLCD101の周波数表示が変化することを確認する。
 - ④SW105またはSW106を押すごとに、TP102またはTP103に出力される信号の振幅、イヤホンから出力される音の大きさ、およびLCD101の音量表示が変化することを確認する。
 - ⑤3つの周波数 f_1 ～ f_3 に対応するLEDバー(LED101～LED103)が、図4.3に示す最大レベルを表示するようにVR201～VR203を調整する。
 - ⑥周波数 f_1 の信号を出力し、図4.3のようにLED104が点灯することを確認する^{※3}。
 - ⑦上記⑤、⑥において、LEDバーのLEDがすべて点灯しない場合は、ボリュームをあげて(SW6を押して)、点灯することを確認する。
 - ⑧調整チェックシート(別添)に、周波数 f_1 ～ f_3 におけるレベルメータの点灯LEDの位置をマークする。
- (5) 電子機器「MP3プレーヤー」の動作確認
SW102を押さずにSW101をONにし、プレイモードに入ることを確認する。プレイモードにおいて、以下の3項目を確認する。
 - ①イヤホンから、SDカードに保存した音楽が出力されることを確認する。
 - ②SW102～106の機能を確認する。
 - ③LCD101の表示を確認する。

※1 著作権の確認済み。

※2 耳を傷めないように機器の音量に気をつけること。

※3 8000Hzの出力は耳によくないのでイヤホンで聞かないこと。

6. 提出状態

電子機器「MP3プレーヤー」の提出については、以下の通りとする。

- (1) 提出時間
 - 競技1の午前の競技時間終了時まで提出すること。
 - 競技時間終了を待たず、早めに提出する場合は、挙手をして提出の旨を伝えること。なお、競技時間終了前10分前は、煩雑になるので提出を控えること。
- (2) 提出状態
 - イ) 配置
 - 東線板にチェックシート(A4用紙)を敷き、その上にMP3プレーヤーを置く。ACアダプタ、イヤホンは、提出しなくてよい。
 - 作品は、東線板に乗せたまま、競技委員あるいは競技補佐員が運ぶので、作業机の手前に置くこと。
 - ロ) スイッチ等の状態
 - トグルスイッチSW101は、電源OFF(下側)とする。
 - ジャンパーソケットJS101とJS102は、スピーカーモード(下側)に差し込む。
 - DCジャックには、ACアダプタを挿しておかない。
 - イヤホンジャックには、何も挿しておかない。
 - SDカードは、ホルドの状態にしておく。
 - ハ) 荷札には、選手番号と選手氏名を記述のうえ、組立基板右上のビス穴に取り付ける。

※再生する楽曲

電子機器「MP3プレーヤー」で再生する楽曲は、以下の4曲とする。

▶ 技能五輪・アビリンピックあいち大会 2014

- 公式テーマソング
曲名 「愛・チカラ」
作詞・作曲・歌 弥富又八



▶ 長野技能五輪・アビリンピック 2012

- 公式テーマソング
曲名 「虹のチカラ」
歌唱 美咲 feat.トレモロアース
作詞 月乃凜
作曲 美咲



- 大会サポートソング
曲名 「笑う～ONE LOVE～」
歌唱 宇田川「GULLIVER」哲男
作詞・作曲 宇田川哲男



SDカードへ書き込むmp3ファイル

曲順	曲名	ファイル名
1	愛・チカラ	1.ai_chi.mp3
2	虹のチカラ～fairy version～	2.niji_f.mp3
3	虹のチカラ～band version～	3.niji_b.mp3
4	笑う～ONE LOVE～	4.warau.mp3

MP3プレーヤー デコーダ基板 部品表

部品記号	品名	形状	定価・形式	製造会社	数量
1 IC201	MP3 Audio Decoder	SOP	VS1011e	VLSI	1
2 IC202	スベアノイズ抑制用バンドパスフィルタ	SOP	NJM2760V	新日本無線	1
3 IC203	Bus Buffer Gate with 3-State Outputs	SOP	HD74LV1GT125AVSE	ルネサス エレクトロニクス	1
4 IC204	Dual Operational Amplifier	SOP	LMC662AIM	National Semiconductor	1
5 X201	水晶発振子		24.576MHz	Mercury Electronic Industrial	1
6 C201, C202	チップコンデンサ	22pF	1005サイズ GRM1552CH220J	村田製作所	2
7 C203, C204, C218~C220	チップコンデンサ	0.1μF	1005サイズ GRM155B11A104K	村田製作所	5
8 C205~C209	チップコンデンサ	1μF	1005サイズ GRM155B30J105K	村田製作所	5
9 C210, C211	チップコンデンサ	470pF	1005サイズ GRM155B11H471K	村田製作所	2
10 C212, C213	チップコンデンサ	4700pF	1005サイズ GRM155B1-1H472K	村田製作所	2
11 C214, C215	チップコンデンサ	0.022μF	1005サイズ GRM155B1-1C223K	村田製作所	2
12 C216, C217	チップコンデンサ	0.047μF	1005サイズ GRM155B1-1A473K	村田製作所	2
13 R201, R202, R204, R205	チップ抵抗器	100kΩ	1005サイズ RK73B1ETTP104J	KOA	4
14 R203, R207, R208, R211, R212	チップ抵抗器	10kΩ	1005サイズ RK73B1ETTP103J	KOA	5
15 R206, R210, R214	チップ抵抗器	1MΩ	1005サイズ RK73B1ETTP105J	KOA	3
16 R209, R213	チップ抵抗器	30kΩ	1005サイズ RK73B1ETTP303J	KOA	2
17 R215, R216	チップ抵抗器	200kΩ	1005サイズ RK73B1ETTP204J	KOA	2
18 R217~R219	チップ抵抗器	1kΩ	1005サイズ RK73B1ETTP102J	KOA	3
19 VR201	単回転型サーマトリマ	20kΩ	GF063S B203	東京コスモス	1
20 VR202, VR203	単回転型サーマトリマ	10kΩ	GF063S B103	東京コスモス	2
21 TP201~TP203	チェック用端子	黄	LC-2-G-黄	マックエイト	3
22 TP204	チェック用端子	黒	LC-2-G-黒	マックエイト	1
23 CN201, CN202	ピンヘッダ	オス 2×7 (14P)	C-00166	秋月電子通商	2
24 PB201	専用プリント板 製造・部品実装		レジスト・両面シルク有	P板.com	1

技能五輪全国大会「電子機器組立て」種目
2013

組立課題「MP3 プレーヤー」テストモードでの調整チェックシート

組合せ番号	
調整時の音量	



赤点灯しているLEDの最大レベルの位置の矢印をマークして(濃く塗って)ください。

選手番号		選手氏名	
------	--	------	--

組立競技課題

公表2 1 競技会場基準

1. 会場

(1) 作業エリア

選手一人当たりの標準的な広さは、2,400mm×2,700mmとする。ただし、各大会において「電子機器組立て」職種に割り当てられた競技会場の大きさや参加する競技者数により、これより狭くなることもある。

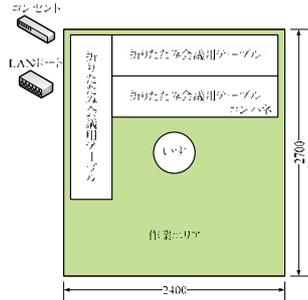


図 1-1 標準的な作業エリア

(2) 作業エリアの設備

イ) 作業台

- 作業台として、標準サイズ (1,800mm×450mm×700mm) の折りたたみ会議テーブル2脚を組み合わせたものに、コンパネ (1,800mm×450mm 切断、厚さ 9~12mm) を乗せて使用する。
- 袖机として、標準サイズ (1,800mm×450mm×700mm) の折りたたみ会議テーブル1脚を使用する。
- 会議テーブルは、標準サイズのものを持参してもかまわない。ただし、加工を施していないものに限る。
- 作業台は図 1-1 を標準として配置する。袖机の位置は変更してよいが、作業エリア内に限る。
- 必要に応じて、作業台の高さを調整してよい。また、揺れ防止、振動防止などの対策を施してもよい。
- 作業エリアの後方は、人が通行できるスペースを残しておく。

ロ) 椅子

- 椅子は、会場でも用意するが、普段使用している椅子を持参することが望ましい。

ハ) 電源

- 各作業エリアには、AC100V の (アース付き) コンセントを 2 口以上用意する。コンセントの位置は、図 1-1 の作業エリアの左上の床置きを標準とし、1m 程度移動が可能なケーブル長のものを用意する。
- 電流容量は作業エリアごとに最大 4A とする。各エリアには漏電ブレーカーが、また概ね 4~5 エリアごとにブレーカーが設置できるよう、主催者側は可能な限り準備する。

ニ) LAN ポート

- Altium Designer のオンデマンドライセンスのサーバー認証や、補足説明・質疑応答などの競技における情報提供を行うため、競技会場内にネットワーク (LAN) を敷設する。LAN ポートは 1 口以上用意し、図 1-1 の作業エリアの左上の床に配置する。必要数の LAN ケーブルは、主催者側で用意する。LAN ケーブルのタイプは、カテゴリ 5e を標準とする。

(3) その他

イ) 照明

- 会場の照明設備以外には、主催者側で用意しない。会場によっては照度が足りない場合があるので、照明器具を適宜持ち込むことが望ましい。

ロ) プリンタ

- プリンタは持参することが望ましい。ただし、電気容量の制限から、インクジェットプリンタとする。
- プリンタの持ち込みが困難な場合は、主催者側で用意したネットワークプリンタを使用する。なおレンタル品のため、プリンタのメーカー、型番の指定は難しい。
- プリンタのドライバのインストールなどは、工具展開時に行う。

(4) 作業エリアの抽選

作業エリアは、競技受付の際に、抽選により決定する。抽選方法については、その都度競技委員が定める。
ただし、車いすを利用する競技者など、身体的に障害のある者については、抽選以外の方法で決定・指定する場合がある。

公表2 2 競技設備仕様

1. 工具類

持参工具等は、技能検定 1 級に準じた電子機器組立て作業に必要な工具、および競技に必要な機器等とし、[公表1](#)『持参工具等一覧表』に詳細を示す。

2. 測定機類

(1) デジタルテスタ

- 直流電圧 DCV、直流電流 DCA、交流電圧 ACV、交流電流 ACA、抵抗Ωが測定できるもの。
- アナログ式は不可とする。

(2) オシロスコープ

- 測定に使用できるチャンネル数は 2 つとする。2ch 以上有するオシロスコープの場合でも、使用できるプローブは 2 本までとする。
- 測定周波数帯域は、DC~20MHz 以上が望ましい。
- サンプルレートは、MAX1GS/s 以上が望ましい。
- ディスプレイは、液晶でも CRT でもよい。モノクロ、カラーは問わない。
- 波形観測においては、オシロスコープとパソコンを USB ケーブル等で接続し、観測画像を取り込んでかまわない。

(3) ファンクション・ジェネレータ

- 出力波形は、正弦波、矩形波が出力できるもの。
- 発振周波数は、1[Hz]~1[MHz]をカバーしていること。
- 出力振幅電圧は、負荷抵抗 600[Ω]を接続して 0[Vpp]~10[Vpp]までほぼ無段階で調整が可能なこと。
- オフセット調整ができること。TTL レベルのパルスが発生できること。
- デューティ比の調整はできなくてもよい。
- 出力ケーブルの先端は、みの虫クリップ (赤、黒) とする。

(4) 測定用ケーブル類

- ワニ口クリップ、みの虫クリップ、IC クリップなどを付けた測定用のケーブルを準備すること。

※大会で必要とする測定器の性能や仕様は、第52回大会に向けて今後整備する。

3. 開発環境

(1) パソコンの動作環境

資料 (1)『パソコンの動作環境等一覧表』を参照。

(2) プログラム開発環境

イ) ターゲットマイコン

- マイコンは、以下にあげる Microchip 社の PIC マイコンを標準で使用する。
PIC18F4520
PIC18F4620 (CPU ボードⅢ搭載標準品)
PIC18F2520
PIC18F2620
PIC18F1320

ロ) プログラム記述言語

- ANSI 準拠の C 言語とする。

ハ) C コンパイラ

- C コンパイラは、Microchip 社の MPLAB X Compiler for C18 を用いる。大会で使用するバージョンは、資料 (1)『パソコンの動作環境等一覧表』に記載する。



ニ) PIC 開発環境

- Microchip 社 MPLAB X IDE を使用する。大会で使用するバージョンは、資料 (1)『パソコンの動作環境等一覧表』に記載する。



図 2-1 MPLAB X IDE ver1.60 の起動画面

ホ) PIC ライタ

- プログラムの書き込み用いるライタは、図 2-2 に示す MPLAB ICD3 か、PICKit 3 を推奨する。(ケーブル類、AC アダプタ、コネクタ変換アダプタ等を含む。)

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013



(a)MPLAB ICD 3 (c)PICkit 3
図 2-2 各種 PIC ライタ

- ICSP 用コネクタとして、6 芯モジュージャックの代わりに、PICkit 3 を直接接続することができるアングルピンヘッダを用いることもあるので、MPLAB ICD 3 等を使用している場合は、図 2-3 のような変換ケーブルを準備すること。



図 2-3 変換ケーブル(マイクロアプリケーションラボラトリーの HP から)

- PIC への書き込みは、CPU ボードⅢの PIC のようにオンボード書き込みができる場合だけではないので、(2)イ)にあげる 4 つの PIC デバイスに書き込みができるように、図 2-4 のようなライタボードを準備すること。

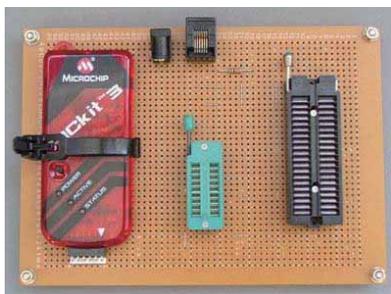


図 2-4 4 つの PIC デバイスに書き込めるライタボード

5

競技設備仕様

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

へ) マニュアル

- PIC マイコンのデータシート、C18 C Compiler、および PIC ライタなどのマニュアルは、必要であれば各自持参する。PDF ファイルでもよい。

(3) 電子回路 CAD 環境

- 電子回路 CAD は、Altium 社 Altium Designer を使用する。大会で使用するバージョンは、資料(1)『パソコンの動作環境等一覧表』に記載する。
- Altium Designer においては、アルティウムの正規販売保守代理店である Sohwa & Sophia Technologies 社より期限付きのライセンスの提供(一部有償)を受けている。幹事企業が参加企業・学校の必要数を集約し、競技主査経由で提供する。提供は、別途定める条件に基づき実施される。



4. 競技用電子機器類

大会は、以下に示す電子機器構成を標準として競技を進める。構成は競技課題によって異なる。これらの電子機器は、大会前の職種連絡会にて競技委員から配布されるので、事前に動作確認を行い、大会に持参する。各々の詳細は、資料(2)『競技で使用される電子機器等の仕様』を参照。

(1) 接続方法

- アルミシャーシの筐体を用い、バックプレーンボードを介して、電源ボード、CPU ボード、競技ボード(競技の対象となっている基板)など、複数の基板を接続する。

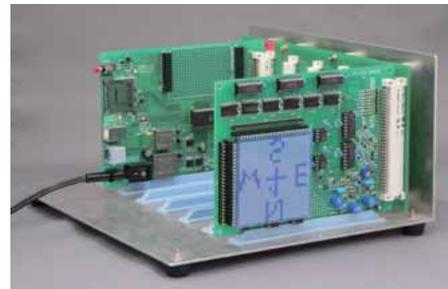


図 2-5 バックプレーンボードを用いる接続方法

6

競技設備仕様

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

- カップリングボードを用い、CPU ボードと競技ボードを 1 対 1 で接続する。通称「平置き」と呼んでいる。



図 2-6 カップリングボードを用いる接続方法

- スタックボードを用い、CPU ボードと競技ボードを重ねて接続する。

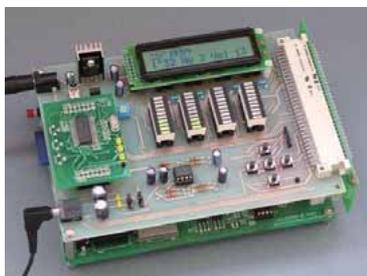


図 2-7 スタックボードを用いる接続方法

7

競技設備仕様

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

(2) 構成要素

イ) 筐体

- バックプレーンボードが取り付けられているアルミ製のシャーシ。
- 第 39 回ふくしま大会から使用。

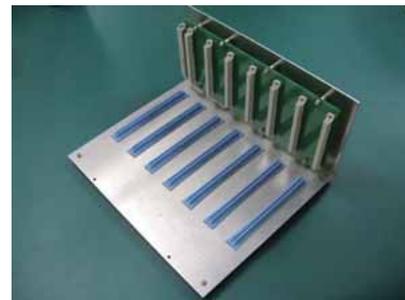


図 2-8 筐体とバックプレーンボード

ロ) バックプレーンボード

- CPU ボード、電源ボード、競技ボード等を接続する基板。
- 垂直方向に 7 枚、左端横方向に 1 枚の合計 8 枚の基板を接続。
- 基板を接続するコネクタ(スロットル)は、オムロン社 DIN スタイルコネクタ 2 列配列タイプソケット(64 ピン)形 XC5F-6432-2。
- 第 39 回ふくしま大会から使用。

ハ) カップリングボード

- CPU ボードと競技ボードとを平置き接続するための基板。
- 第 44 回かがわ大会から使用。

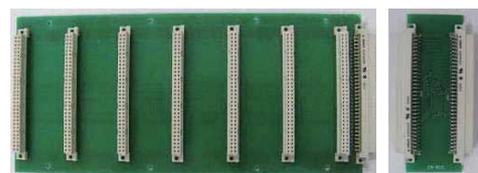


図 2-9 バックプレーンボードとカップリングボード

8

競技設備仕様

二) スタックボード

- CPU ボードと競技ボードとを重ねて接続するための基板 (2 枚用のバックプレーンボード)。
- 第 50 回ながの大会から使用。

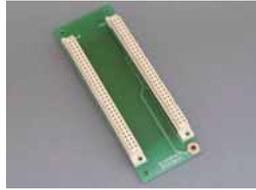


図 2-10 スタックボード

ホ) 電源ボード

- 2つのオンボード電源により DC+5[V], DC±12[V]を供給する基板。
- AC アダプタにてコンセントと接続。
- 第 40 回くまもと大会から現在の基板を使用。

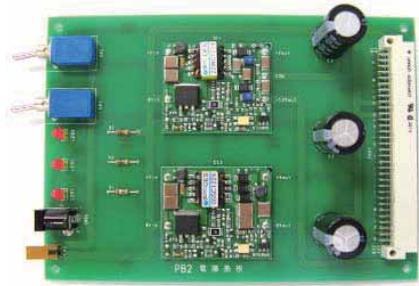


図 2-11 電源ボード

へ) CPU ボード

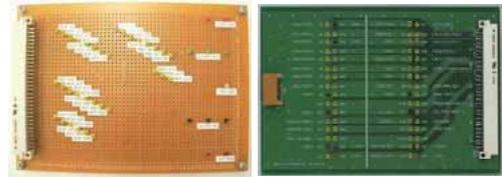
- PIC マイコンを搭載する基板。(搭載標準 PIC : PIC16F4620)
- 第 46 回大会から「CPU ボードⅢ」として使用。
- 仕様は、資料 (2)『競技で使用する電子機器等の仕様』を参照。



図 2-12 CPU ボードⅢ

ト) 信号取り出しボード

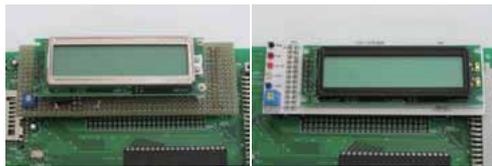
- バックプレーンボードに差し込み、バスの信号線を取り出すことができる基板。
- 仕様の決まりはないので、使用しやすいものを作製し持参するとよい。ただし、信号の状態を表示するような機能を有さないものとし、使用できる部品は、コネクタ、チェック端子のみとする。



(a) 日産自動車製作 (b) 日立ハイテクノロジーズ製作
図 2-13 信号取り出しボード (参考)

チ) LCD ボード

- CPU ボードⅢの機能拡張用コネクタに挿入して使用する LCD モジュールを実装した基板。
- 資料 (2)『競技に使用する電子機器等の仕様』に掲載する回路図を参考に、各自作製し持参する。



(a) 競技委員製作 (b) 日立製作所製作
図 2-14 LCD ボード (参考)

(3) 電子部品仕様

イ) プリント基板

- 設計・試作課題で使用するプリント基板は、サンハヤト社のユニバーサル基板 ICB-96 とする。
- A~n の座標記号が左側に、1~55 の座標記号が上側にくるような向きを正面とする。部品の取り付け方向はこれに準ずる。

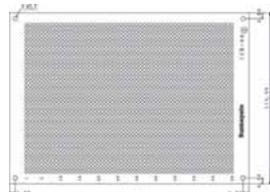


図 2-15 ユニバーサル基板 ICB-96 (裏面)

ロ) コネクタ

- 基板に実装するバス用のコネクタは、オムロン社の DIN スタイルコネクタ 2 列配列タイププラグ (64 ピン) 形 XC5A-6482-1 とする。
- ユニバーサル基板 ICB-96 に取り付ける場合、取り付け位置を「公表 2」『4-2 基板設計基本仕様』に記す。
- 信号割付けは、資料 (2)『競技で使用する電子機器等の仕様』のバスの信号割付けに示す通りとする。



図 2-16 コネクタ 形 XC5A-6482-1

ハ) はんだ

- 合金組成 Sn-96.5, Ag-3.0, CU-0.5 の鉛フリーはんだとする。競技では、千住金属工業社の以下の 2 種類を用いる。
SPARKLE ESC F3 M705 f0.8 (φ0.8mm)
SPARKLE ESC21 F3 M705 f0.3 (φ0.3mm)

ニ) LCD モジュール

- LCD コントローラ HD44780 を搭載した Sunlike Display Technology 社の 16 文字×2 行表示の SC1602 シリーズを標準とする。バックライトの有無は問わない。(秋月電子通商にて購入)



図 2-17 LCD モジュール SC1602BBWB-XA-GB-G

- LCD 用の表示用関数などの C ソースファイルは、“lcdlib_c18_v04.c”に定義されているので、LCD を使用する場合は、これを組み込んで使用する。資料 (4)『LCD モジュール用ライブラリの利用手引き』に、関数の使い方を示す。

ホ) AC アダプタ

- DC9V 2.5A (センタープラス) を標準で使用する。
- 課題によっては、DC9V 1.3A (センタープラス) のように他の AC アダプタを使用する場合もある。(いずれも秋月電子通商にて購入)



図 2-18 AC アダプタ

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

公表2 3-1 回路設計・試作競技仕様

1. 競技概要

回路設計・試作競技は、電子機器を構成している電子回路の性能や機能の改善、追加、変更などのいわゆる電子回路の設計・試作に関する技量を競う。

2. 競技課題

大会まで非公表とする（当日公表）。

- 回路設計・試作仕様が必要な場合には、事前に配付する。
- 測定競技として評価する課題を含む場合もある。

3. 用意するもの

(1) 工具

- 公表1『持参工具等一覧表』にある工具類を適宜使用する。

(2) ブレッドボード

- 配布された材料とブレッドボード用の配線材を用いて、ブレッドボード上に回路を製作し、設計途中の動作確認を行なってもよい。

4. 採点ポイント

設計した電子回路が、課題に示された仕様を満たす動作をしているかについて、試作した回路基板および回路図に基づいて評価する。設計に PIC マイコンを用いた場合、PIC に組み込むプログラムも当該スキルとして評価する。

- ブレッドボードに製作した回路は評価の対象としない。

5. ギブアップ宣言

回路設計できる目途が立たない場合は、「ギブアップ」を宣言することができる。ギブアップした場合、設計・試作回路の回路図や試作する基板の基板組立図（印刷物、あるいは CAD ファイル）を選択してもらうことができる。提供状況により、当該競技、回路図作成競技、および基板設計競技に関するスキルは評価しない。

13

競技仕様

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

公表2 3-2 回路図作成競技仕様

1. 競技概要

回路図作成(作図)競技は、設計した電子回路の回路図を、回路図作成ソフト(CAD)を用いて作成する技量を競う。

2. 競技課題

大会まで非公表とする（当日公表）。

3. 用意するもの

(1) 回路図作成 CAD

- 使用する CAD は、Altium 社 Altium Designer とする。

(2) 部品ライブラリ

- 大会で使用する部品ライブラリは、標準装備のライブラリとは別に、技能五輪専用ライブラリとして作成したものを使用する。

(3) 回路図テンプレート

- 大会専用のテンプレートを使用して、回路図を作図する。

(4) Altium Designer 初期設定等仕様 (公表2)資料(3)参照

- Altium Designer の初期設定やルールを統一して設定する。

(5) 回路図作成基本仕様 (公表2)4-1参照

- 回路図を作成する上での仕様を規定する。

4. 採点ポイント

設計した電子回路の回路図について、『回路図作成基本仕様』と競技当日に配布する『回路図作成仕様』に基づき評価する。

また、回路図の主たる役割である“電子回路の機能等を的確に表現しているか”という点についても評価する。

14

競技仕様

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

公表2 3-3 基板設計競技仕様

1. 競技概要

基板設計競技は、作成した回路図をもとに、ユニバーサル基板上で電子回路を組立てるために必要な部品配置および配線パターン（以下、「基板図」という）を、基板設計用ソフト（CAD）を用いて設計する技量を競う。

2. 競技課題

大会まで非公表とする（当日公表）。

3. 用意するもの

(1) 基板設計 CAD

- 使用 CAD は、Altium 社 Altium Designer とする。

(2) 部品ライブラリ

- 大会で使用する部品ライブラリは、標準装備のライブラリとは別に、技能五輪専用ライブラリとして作成したものを使用する。

(3) 基板テンプレート

- ICB-96 基板専用のテンプレートを使用し、基板図を設計する。

(4) Altium Designer 初期設定等仕様 (公表2)資料(3)参照

- Altium Designer の初期設定やルールを統一して設定する。

(5) 基板設計基本仕様 (公表2)4-2参照

- 基板設計を行う上での仕様を規定する。

4. 採点ポイント

設計した電子回路の基板設計について、『基板設計基本仕様』と競技当日に配布する『基板設計仕様』に基づいて評価する。また、提出された回路図の基板設計であるかについても評価する。

15

競技仕様

技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種
2013

公表2 3-4 組立競技仕様

1. 競技概要

組立競技は、事前に公表済みの組立課題仕様（回路図、部品配置図、組立図など）に基づいて専用基板上に電子部品を実装し、電子機器として組み上げる技量を競う。また、回路設計・試作競技において設計した電子回路を、ユニバーサル基板上に銅メッキ銅線を用いたストラップ配線で組み立てる技量（試作基板）も競う。

2. 競技課題

公表課題の「MP3 プレーヤー」を組み立てる。

回路設計・試作競技の課題は、大会まで非公表とする（当日公表）。

3. 用意するもの

(1) 工具

- 公表1『持参工具等一覧表』にある工具類を適宜使用する。

(2) 組立基本仕様 (公表2)4-3参照

- 『技能検定1級電子機器組立て実技試験問題（仕様書）』に準じ、プリント基板の組立の際の部品取り付けやはんだ付けについての基準を定義する。また、ユニバーサル基板におけるストラップ配線についても定義する。

4. 採点ポイント

専用のプリント基板の組立てスキル、およびユニバーサル基板の組立てスキルについて、『組立基本仕様』に基づいて評価する。仕様に記載されていない組立仕様については、『技能検定1級電子機器組立て実技試験問題（仕様書）』に準じて評価する。

- ユニバーサル基板の組み立てにおいて、ビニル電線を使用した配線は、本数により減点の対象となる。

16

競技仕様

公表2 3-5 プログラム設計競技仕様

1. 競技概要

プログラム設計競技は、指示された電子機器の機能を満足させるプログラムを設計・作成する技量を競う。
大会で使用するPICマイコンのプログラム作成・実装は、C言語を用いて記述し、プログラム開発環境を用いてビルド（コンパイル&リンク）と書込みを行う。

2. 競技課題

- 大会まで非公表とする（当日公表）。
- 問題数は1問以上とする。
 - プログラム設計仕様が必要な場合には、事前に配布する。

3. 用意するもの

- (1) プログラム開発環境
- 公表2『2競技設備基準』に記載したプログラム開発環境を各自用意する。
- (2) コーディング作法のガイドライン（公表2 4-4参照）
- ソースプログラムの記述についての基準を定義する。
- (3) 書籍
- 次の書籍を参考にしてもよい。
- 【参考図書】
- 小川 晃「PIC18 ハイエンドマイコン」（マイクロアプリケーションラボラトリー）
 - 小川 晃「mplab C18 コンパイラ実践活用」（マイクロアプリケーションラボラトリー）
 - 後閑哲也「改訂版 電子工作のためのPIC18F 本格活用ガイド」（技術評論社）



4. 採点ポイント

プログラム設計課題中に示された動作仕様を満たしているか否かについて評価する。また、作成したプログラムのソースコードの読みやすさなど、プログラム設計に関するスキルについても評価する。なお、プログラムの記述においては、ガイドラインを基準に、スタイルの統一、一貫性を保つこと。

公表2 3-6 修理競技仕様

1. 競技概要

修理競技は、故意に設けた電子部品等の損傷、実装ミス、設計ミス、およびプログラムミスによって正常に動作しない電子機器の障害を解析・診断し、正常に動作するように修理するスキルを競う。

2. 競技課題

- 大会まで非公表とする（当日公表）。
- 故障等により正常に動作しない現象は、原則として二つとする。ハードウェアとソフトウェアの一つずつを標準とする。
 - 修理仕様が可能な場合は、事前に配布する。
 - 測定競技として評価する課題を含む場合もある。

3. 用意するもの

- (1) 工具
- 公表1『持参工具等一覧表』にある工具類を必要に応じて使用する。
- (2) 測定機器
- 公表1『持参工具等一覧表』にある測定器を必要に応じて適宜使用する。
- (3) プログラム開発環境
- 公表2『2競技設備基準』に記載されているプログラム開発環境を必要に応じて使用する。

4. 採点ポイント

修理競技では、障害等の故障箇所に対し、故障等の障害状況の把握（障害の症状を見つけ、原因や故障箇所を論理的に明確にする）しているか否かについて評価する。

公表2 3-7 測定競技仕様

1. 競技概要

測定競技は、電子機器を構成する電子回路の電圧、電流、信号波形等の計測・測定に関する技量を競う。

2. 競技課題

- 大会まで非公表とする（当日公表）。
- 測定仕様において、基本的な測定作業の指示を記載する。必要な場合には事前に配布する。

3. 用意するもの

- (1) 測定機器
- 公表1『持参工具等一覧表』にある測定器を適宜使用する。

4. 採点ポイント

測定課題で指示された測定項目において、観測した波形の範囲やレンジ設定など、また観測・測定結果から求めた特性グラフの適切性など、測定作業に求められる基本的なスキルについて、測定課題中の『測定仕様』に基づき評価する。

- 波形観測においては、手書きの観測波形のみを採点対象とし、画像を測定シートに貼り付けても、採点対象にならない。

（このページは空白です）

公表2 4-1 回路図作成基本仕様

本基本仕様および資料(3)『Altium Designer初期設定等仕様』に記載されていない仕様等については、競技当日に配布する『回路図作成仕様』に基づいて回路図を作成すること。

1. 図面としての仕様

- イ) 図面サイズを考慮し、サイズ全体にバランスよく描くこと。
- ロ) 競技用テンプレートを使用し作図すること。
- ハ) 図面のサイズは A4 を標準とする。なお、回路規模によっては A3 サイズを用いてもよいが、印刷の際は A4 に縮小印刷すること。
- ニ) 表題欄(図 4-1-1 参照)には以下の事項を記載すること。なお、フォントは変更してもよい。

図面名 : 課題の回路図名
 日付 : 西暦で表記
 ファイル名 : 回路図のファイル名
 (拡張子 *.SchDoc)
 図番 : 競技者番号
 名前 : 競技者氏名

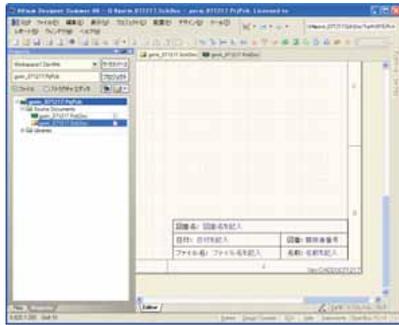


図 4-1-1 回路図テンプレートと表題欄

2. 電子回路図としての仕様

- (1) 回路図としての機能や特性を損なわないよう、以下の点に留意すること。
 - イ) 実体配線図にならないよう心がける。
 - ロ) 電子回路の機能を的確に表現するよう心がける。
 - ハ) 信号の流れや電子回路の構成・構造が把握しやすいよう心がける。
- (2) 図記号(シンボル)は、以下の事項に準ずること。
 - イ) 図記号は、競技用プロジェクト gorin_#####.PrjPcb に設定されている専用ライブラリにあるものを用いること。
 - ロ) Altium Designer に標準で用意されているライブラリを用いてもよいが、使用した際は、競技用プロジェクトに追加しておくこと。
 - ハ) 既存のライブラリのシンボルは原則変更しないこと。ただし、信号の流れが見やすいようにピンを動かすことは可とする。
- ニ) 電源や接地(グランド)は、表 4-1-1 に示す図記号を用いること。
- ホ) 直流電源の図記号には、その電圧値を符号付きで記入すること。なお、同じ電圧値の電源で系統が異なる場合は、これが区別できる文字列(例えば Analog など)を付記する。

表 4-1-1 接地および直流電源の図記号(参考)

直流電源の図記号	(a)正電源	(b)負電源	(c)系統の異なる電源
	+5V +12V	-5V	Analog +5V
接地の図記号	(a)デジタル回路用	(b)アナログ回路用	

- ヘ) IC等の未使用入力端子の処理(プルアップ、プルダウン等)など、その電子回路の機能とは直接関わらない部分の回路図化については、まとめて作図してもよい。
- ト) 抵抗器の電気抵抗、コンデンサの静電容量、コイルのインダクタンスを表す単位記号(Ω, F, H)は、省略してもよい。また、単位の接頭語μ(マイクロ)はuを用いてもよい。
- チ) 実装する際にソケットを用いるICなどには、▼記号を附すこと。

- (3) 回路図上の電子部品については、その電子回路を再現するために、種類ごとに表 4-1-2 の属性を記入すること。表中にない部品については、必要な属性を記入すること。

表 4-1-2 部品の種類と回路図に記入する属性

部品の種類	部品記号	部品名称 型番等	値	端子番号	端子名称
IC ^{※1}	○	○		○	○ ^{※2}
ダイオード・トランジスタ	○	○			
水晶発振子	○		○	○ ^{※2}	
LED	○	△		△ ^{※3}	
コンデンサ	○		○ ^{※4}		
固定抵抗器	○		○		
半固定抵抗器、集合抵抗器	○	△	○	○	
スイッチなど	○	△		○	
コネクタ	○	△		○	○ ^{※5}
チェック端子	○	△			
ICソケット等	○				
センサ	○	○ ^{※6}		△	△
アクチュエータ ^{※7}	○	△		△	△

- は必須、△は適宜。
- ※1 複数のダイオード・トランジスタがパッケージ化されているものも含む。
- ※2 図記号から判断できる場合は記入しなくてもよい。
- ※3 LEDマトリクスなどには記入する。
- ※4 電解コンデンサ等、極性を有するものは極性記号を記入する。
- ※5 コネクタの端子名称は、テキストあるいはコンポーネントプロパティのコメントにて記入する。
- ※6 型番だけでなく、センシング対象を含めた一般的なセンサ名称も記入する。(距離センサ、アルコールセンサなど)
- ※7 ブザーやモータなどのアクチュエータは、上記以外でも必要な属性は記入する。

- (4) スイッチについては、原則、非アクティブ状態で描くこと。アクティブとは、スイッチに操作を加えて所望の動作をさせることを言う。なお、スイッチによって端子の並びが異なっているので気をつけること。スイッチの取付け向きは、『組立て基本仕様』1.の(1)のへ)を参照すること。
- イ) トグルスイッチでは、レバーを上下方向に操作する配置の場合、レバーが上側でアクティブ、下側で非アクティブを標準とする。左右方向に操作する配置の場合は、別途指定する。
- ウ) 押しボタンスイッチでは、押している状態をアクティブ、押していない状態を非アクティブとする。

公表2 4-2 基板設計基本仕様

本基本仕様および資料(3)『Altium Designer初期設定等仕様』に記載されていない仕様等については、競技当日に配布する『基板設計仕様』に基づいてプリント基板を設計すること。

1. 設計対象のプリント基板

電子回路 CAD で設計した回路データを用い配線設計するプリント基板は、2.54mm 間隔で円形のランドが配置された市販の基板を用いる。大会で用いる基板としては、サンハヤト社のユニバーサル基板 ICB-96 とする。

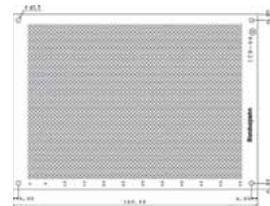


図 4-2-1 ユニバーサル基板 ICB-96 の仕様

- ・寸法
115mm×160mm
- ・材質・板厚
片面・紙フェノール 1.6mmt
- ・仕上処理フラックス
部品面白色シルク印刷
- ・パターン
2.54mm ピッチ
穴径 1.0mmφ

2. 図面としての仕様

- イ) 競技用テンプレートを使用し基板設計を行うこと。
- ロ) 競技用基板テンプレートファイルの部品面用(右下)およびはんだ面用(左下)の表題欄に、以下の事項を記載する。ただし、はんだ面用(左下)の表題欄は印刷する際、文字が正しく読めるよう留意すること。

図面名 : 課題の基板名
 日付 : 西暦で表記
 ファイル名 : 基板図のファイル名
 (拡張子 *.PcbDoc)

図番 (部品面) : 競技者番号-1
 (はんだ面) : 競技者番号-2
 名前 : 競技者氏名

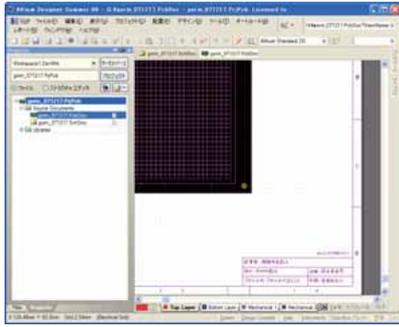


図 4-2-2 基板図テンプレートと表題欄

3. 部品配置

イ) バックプレーンボードに差し込む場合と、カップリングボードに接続する場合の、オムロン社の 64 ピンコネクタの取付け位置は、次の座標を標準とする。

接続先	コネクタの端子	a1 端子	b32 端子
バックプレーンボード	基板の座標	E2	J3
カップリングボード	基板の座標	J54	E53

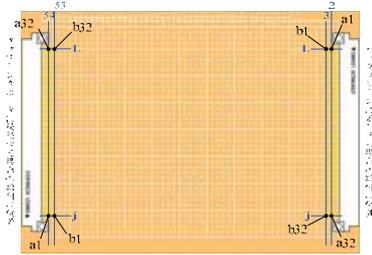


図 4-2-3 64 ピンコネクタの取付け位置

- ロ) 部品リードや IC ソケット等の端子は、ランド穴に挿入すること。
- ハ) 一つのランド穴には 1 本のリードを挿入し、複数のリードを挿入してはならない。ジャンパ線を使用する場合も同様とする。

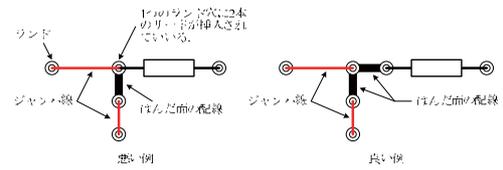


図 4-2-4 リード部品の配置規定

ニ) 原則として、部品の外形シルクが重ならないように配置すること。ただし、実際の部品の外形とシルクの形状にズレが生じる場合があり、これを考慮したうえで部品を配置すること。

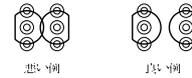


図 4-2-5 部品の重なり規定

ホ) 発熱部品（3 端子レギュレータやパワートランジスタ、電力消費の大きい抵抗器など）の近くに部品を配置する場合は、部品シルクの外形から 5mm 以上の間隔をあけること。

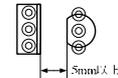


図 4-2-6 発熱部品の配置規定

- ヘ) ジャンパ線は基板の部品面（表面）の配線とし、Top Layer に配置する（赤色表示）こと。一方、はんだ面（裏面）の配線は、Bottom Layer にて行うこと（青色表示）。
- ト) ジャンパ線は、基板外形に対し水平または垂直に配置すること。

チ) ジャンパ線の長さは最大 25.4mm (2.54mm×10) までとする。

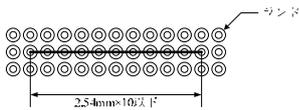


図 4-2-7 ジャンパ線の長さの規定

- リ) 原則として、ジャンパ線は他の部品（ジャンパ線含む）に重ねて配置しないこと。
- ス) IC ソケットやショートピンのソケットは、図 4-2-8 のように向きがわかるようにショートピンに重ねて配置すること。

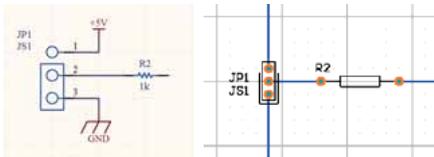


図 4-2-8 ソケットの表現方法

4. 配線パターン

イ) はんだ面での配線は、ランド上を錫めつき軟銅線で配線する形態（ストラップ配線）を前提とする。したがって、配線はランドが配置されている範囲内で行うこと。

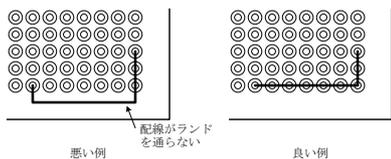


図 4-2-9 配線パターンの規定

- ロ) 配線の最小ピッチはランド間隔と同じ 2.54mm とする。IC のピン間を通るような配線は不可とする。
- ハ) 配線方向は基板水平方向に対し、0°、45°、90°の 45°間隔とする。
- ニ) 配線およびジャンパ線は、パターン幅 0.4mm、クリアランス 0.5mm 以上で設計すること。
- ホ) CAD の機能であるオートルーター（自動配線設計）は使用しないこと。
- ヘ) 部品配置の都合上、錫めつき軟銅線で配線できず、やむを得ずビニル電線を用いて配線する場合は、基板図を印刷後、赤色等インクのペンで手書きすること。

公表2 4-3 組立て基本仕様

1. プリント基板とユニバーサル基板の組立て

(1) 部品の取り付け方向と表示

イ) 部品（ストラップ配線の錫めっき軟銅線を含む）は、基板に水平または垂直に取り付けるものとし、曲がりの範囲は1mm以下とする。なお、錫めっき軟銅線は、以下「軟銅線」という。

ロ) 部品の表示または定格が、識別できるように取り付けること。

ハ) 極性を有する部品は、回路図に従って取り付けること。

ニ) 抵抗器のカラーコード、チップ抵抗器やセラミックコンデンサの数値並びは、部品配置図の部品面およびはんだ面をそれぞれ正面に見て、左から右または下から上方向（部品配置図の矢印の方向）に読めること。
なお、プリント基板の部品配置図は組立課題仕様を、ユニバーサル基板は電子CADの競技用テンプレートを参照すること。

ホ) ショートプラグおよびショートソケットの取り付けは、図4-3-1によること。

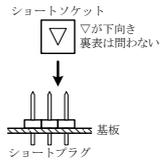


図4-3-1 ショートソケットの取り付け

ヘ) 押しボタンスイッチやトグルスイッチは、特に指定のない限り図4-3-2のように、データシートの図を標準の向き（型名表示やRatingが右側に向く）として取り付けること。

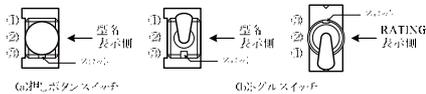


図4-3-2 スイッチの取り付け向き

(2) 部品の取り付け方法

イ) 抵抗器、ダイオード、電解コンデンサ、軟銅線は、基板にほぼ密着させて取り付けること。浮き上がり限界は、図4-3-3に示すとおりとする。

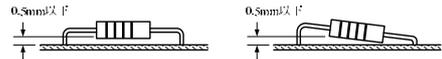


図4-3-3 部品の浮き上がり限界

ロ) 積層セラミックコンデンサは、リードピッチを広げずに、絶縁チューブをかぶせないで取り付けること。図4-3-4に示すように、リードが外側、あるいは内側にクリンプされているものは、そのクリンプの位置まで差し込み、クリンプのないものは、できるだけ基板に密着するように取り付けること。

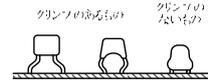


図4-3-4 積層セラミックコンデンサの取り付け

ハ) IC、ICソケットなどのDIP部品、抵抗ネットワークなどのSIP部品、3端子レギュレータなど端子に止まりのある部品は、その止まりまで差し込み取り付けること。浮き上がり限界は、図4-3-5に示すとおりとする。

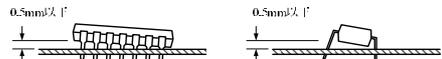


図4-3-5 部品の浮き上がり限界

ニ) スイッチ、半固定抵抗器、ショートプラグ、ピンソケットなど底面に突起がある部品は、基板にほぼ密着させて取り付けること。浮き上がり限界は、図4-3-6に示すとおり突起の先端からの寸法とする。

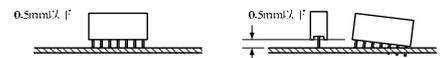


図4-3-6 突起がある部品の浮き上がり限界

ホ) トランジスタ、発光ダイオード、セラミックコンデンサ（積層セラミックコンデンサを除く）は、図4-3-7に示すようにリードには絶縁チューブをかぶせて取り付けこと。基板から部品下端までの高さは5~8mmとする。

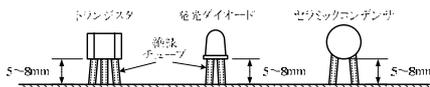


図4-3-7 基板から浮かせて取り付ける部品の高さの基準

ヘ) 抵抗器、ダイオードの左右のリードは、バランスよく取り付け、図4-3-8に示すように部品に無理な力を加えないこと。

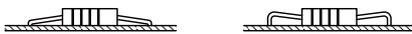


図4-3-8 部品面でのリードの折り曲げ基準

ト) 水晶振動子およびセラミック発振子は、リードを切断せずにシングルラインソケットに取り付ける。リードが長く、ソケットとの間隔が2mmを超える場合は、リードを切断して図4-3-9に示すように取り付けが、ソケットと接触させてはならない。
なお、取り付けの方向は、(1)のニ)に準じる。

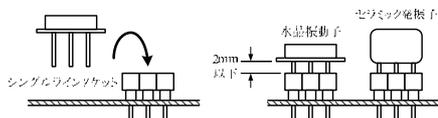


図4-3-9 水晶振動子などの取り付け方法

チ) タクトスイッチを専用プリント基板に実装する場合は、端子の曲がり直さず、できるだけ基板に密着するように取り付けること。

一方、ユニバーサル基板に実装する場合は、図4-3-10に示すように、6mm角タイプのは穴間隔3ピッチ分(7.62mm)で、12mm角タイプのは穴間隔5ピッチ分(12.7mm)で基板に挿入し、できるだけ傾かないように取り付けること。この場合、本体は基板に密着しなくてもよい。また、12mm角タイプを実装する場合、本体下部にある突起を取って、基板に密着するように実装してもよい。この場合に限り、端子の曲がり直してもよい。

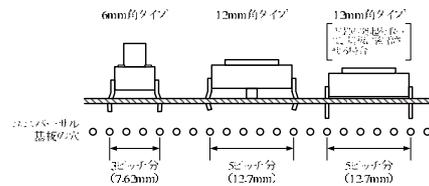


図4-3-10 タクトスイッチの取り付け方法

リ) チップ抵抗器、セラミックチップコンデンサ（以下、まとめて「チップ部品」という）は、基板にほぼ密着させて取り付けること。図4-3-11(b)のようにチップ部品を立てて取り付けないこと。
また、ランドに対する位置ずれは、図4-3-11(c), (d)に示す範囲内とし、隣接するパターンおよび他の部品に接触しないこと。

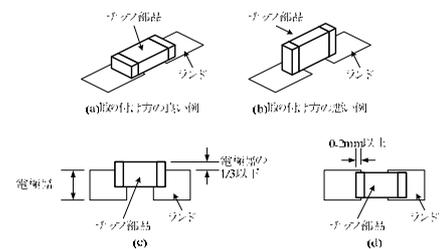


図4-3-11 チップ部品の取り付け基準

ス) SOP ICは、ランドとの位置ずれが図4-3-12に示す範囲内となるよう取り付けること。また、リード方向のずれは図4-3-13のとおりとし、ランド間のほぼ中央に取り付ける。

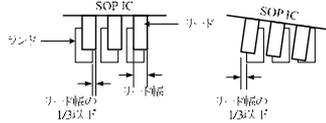


図4-3-12 SOP ICの位置ずれ限界

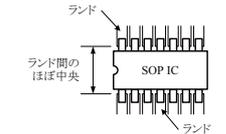


図4-3-13 SOP ICの取り付け基準

(3) 部品リードおよび軟銅線の折り曲げ、処理方法

イ) 抵抗器、コンデンサ、ダイオード、トランジスタのリード、および軟銅線は、ランド面にはば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こと。折り曲げる方向は、小判形ランドにおいては長軸方向に、丸形ランドにおいては任意とするが、ランドが並んでいる部分では向きを揃えること。折り曲げる寸法は、図4-3-14に示すとおりとする。

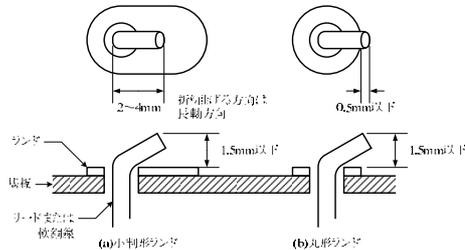


図4-3-14 ランド面でのリードの折り曲げ基準

ロ) IC、ICソケットなどのDIP部品、3端子レギュレータ、チェック端子、半固定抵抗器、ショートプラグなどは、基板に差し込み、リード線を折り曲げずにはんだ付けすること。突き出し寸法は0.5~2.5mmとし、2.5mmを超えるものは切断してからはんだ付けすること。

2. ユニバーサル基板の配線

(1) 軟銅線を使用した配線(ストラップ配線)方法

イ) 配線は支給された軟銅線を使用すること。

ロ) 配線は、基板から浮き上がらないように直線的に行い、浮き上がりの許容値は、図4-3-15に示すとおりとする。

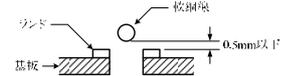


図4-3-15 軟銅線の浮き上がり限界

ハ) 配線の方向を変える場合は、図4-3-16に示すようにランド上で行い、そのランドは、はんだ付けすること。また、2方向から直角に交わる軟銅線を配線するランドの軟銅線端末は、図4-3-17の寸法により切断し、そのランドは、はんだ付けすること。

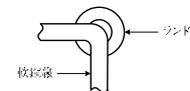


図4-3-16 ランド上での軟銅線の曲げ方

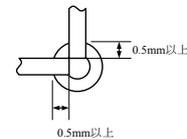


図4-3-17 軟銅線の接続方法の基準

ニ) 配線の端末は、ランドの場合は図4-3-18(a)、(b)の寸法によること。また、はんだ面での軟銅線の配線は端末を穴に挿入しないこと。
(注) 図中の破線部分は、ずれの限界を示している。

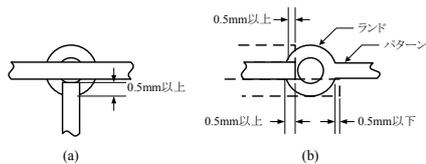


図4-3-18 軟銅線の配線端末の接続基準

ホ) 軟銅線は、図4-3-19に示すようにランドの中央寄りに接続するものとし、ランドの外周をはみ出さないこと。また、部品側軟銅線とはんだ側軟銅線は切断し、ランド上で接続すること。

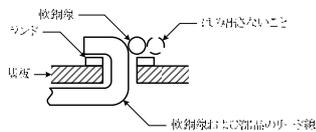


図4-3-19 ランド上での軟銅線の取り付け基準

へ) 電的に接続されている部分の絶縁距離は、0.5mm以上離すこと。

ト) はんだ面の軟銅線の直線部分が30mmを超える場合は、軟銅線が浮かないように中間をはんだ付けによる固定をすること。

(2) ビニル電線を使用した配線方法

イ) ユニバーサル基板の組立てにおいては、ビニル電線を使用して配線してもよい。ただし、使用するビニル電線の本数により減点の対象とする。

ロ) 配線に用いるビニル電線は支給されたテフロン電線等を使用すること。

二) 配線するビニル電線の長さは、つっぱり過ぎないようある程度の余長をもたすこと。

ハ) ビニル電線は、図4-3-20のように部品のリードのあるランドか、軟銅線に沿わせてはんだ付けする。

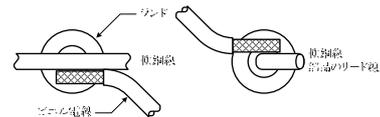


図4-3-20 ビニル電線の取付け方法

3. はんだ付け

(1) はんだのぬれ性

イ) はんだが接合金属の表面によく流れ、長くすそを引いていること。

ロ) 部品穴のはんだ付けは、ランドの表面、裏面ともにはんだのぬれ性があること。ただし、ランドの表面のぬれ性は片面基板には適用しない。

(2) はんだの量

イ) はんだの量は、部品リード線の折り曲げ部分、リード線の切り口等をはんだが覆い、かつ、肉厚が薄く線の形(ランドにかかっている部分)がわかること。図4-3-21にはんだ付け量の基準を、図4-3-22にランドのはんだ付け標準を示す。ただし、折り曲げず、かつ、切断せずに取り付ける部品のリードのはんだ付けを行う場合は、リードの先端まで全面をはんだで覆わなくてもよい。

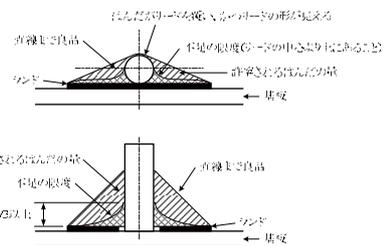


図4-3-21 はんだ付け量の基準

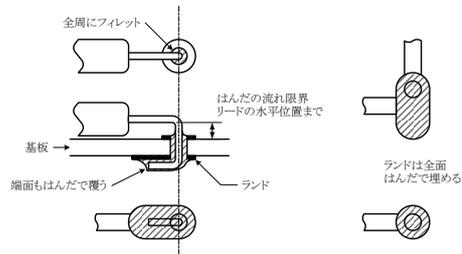


図 4-3-22 ランドのはんだ付け標準

ロ) パターンへのはんだ流れ限界は、図 4-3-23 に示すとおり 2mm とする。

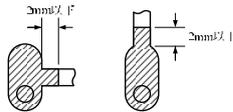


図 4-3-23 はんだの拡散範囲

ハ) はんだ付けは部品穴にのみ行い、スルーホールは原則はんだ付けしないこと。

ニ) チップ部品のはんだ量は、図 4-3-24、図 4-3-25 に示すとおりとする。

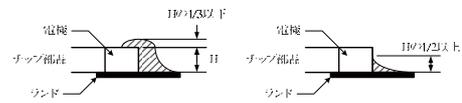


図 4-3-24 チップ部品の許容されるはんだ量の基準

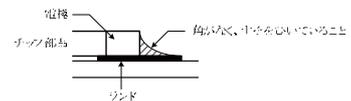


図 4-3-25 チップ部品のはんだフィレット

ホ) SOP IC のはんだ量は、図 4-3-26～図 4-3-28 に示すとおりとする。

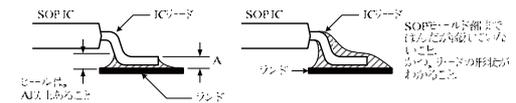


図 4-3-26 SOP IC の許容されるはんだ量の基準



図 4-3-27 SOP IC のはんだフィレット

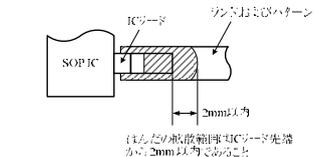


図 4-3-28 SOP IC のリード部はんだ拡散範囲

(3) その他

イ) ランドのないところでピニル電線、または部品リードを接続しないこと。
(空中配線接続をしてはならない。)

ロ) ピニル電線を溶かしたり、焦がしたり、傷を付けたりしないこと。

ハ) ランドをはく離させないこと。

ニ) チップ部品の電極食われや、破損をさせないこと。

ホ) 組立課題の専用基板、ICB-96 の試作基板によらず、オムロン社の 64 ピンコネクタは、使用していない端子も全てはんだ付けすること。

ヘ) はんだ付け作業では、他の部品を傷めないこと。

公表 2 4-4 コーディング作法のガイドライン

本ガイドラインは、プログラムを見やすくする、理解しやすくする視点でまとめている。ソースプログラムは、以下に記すガイドラインを基本として記述すること。文中の《 》で記される記号は、独立行政法人 情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター編の「改訂版組込みソフトウェア開発向けコーディング作法ガイド」のコーディングルール番号であり、良い例や良くない例などは、本書の例をそのまま引用している部分もある。なお、詳細の説明は、本書を参考にしてください。

なお、企業・学校において、独自のコーディング作法が定められている場合でも、競技においては、本ガイドラインに従うこと。

1. ソースファイルの記述スタイル

(1) スタイル

イ) ソースファイルの記述は、概ね次のようなレイアウトで記述する。

《M4.4.2》

- ①ファイルヘッダコメント
- ②ヘッダの取り込み (#include の記述)
- ③マクロ宣言 (#define の記述)
- ④型宣言 (typedef, struct など)
- ⑤グローバル変数宣言 (static など)
- ⑥プロトタイプ宣言
- ⑦関数定義 (コード部分)

ロ) ソース 1 行に 1 文 (1 動作) の記述とする。《M1.2.1》《M3.2.1》

良い例	良くない例
int i; int j; int k = 0;	int i, j, k = 0;
month = 12; year = 1;	month = 12; year = 1;

ハ) まとまった処理や機能別に関数化し、構造化プログラミングを行う。

ニ) main()関数は、プログラムの構造を見渡せるように、関数を用いたシンプルな記述を心がける。

ホ) 関数は、その関数を呼び出す前、および関数定義の前にプロトタイプ宣言しておく。《R2.8.3》

ヘ) 関数プロトタイプ宣言では、すべての引数に名前をつける。引数の型や名前については、定義と同じしておく方がよい。《M4.5.1》

ト) 1 つの関数は、概ねエディタの 1 画面に収まる程度の行数が望ましい。

- チ) #include ファイルはコンパイラの提供するヘッダは < > で囲み、作成したヘッダは “ ” で囲んで指定する。《M4.1.2》
- (2) インデント (字下げ)
- イ) 機能ブロックごとにインデントを設け、プログラムの構造をわかりやすくする。
- ロ) インデントには TAB を用いる。エディタの TAB 設定は 4 桁を標準とする。《M4.1.1》
- ハ) インデントは、{ のたびに必ずインデントを 1 つ増やし、} のたびに 1 つ減らす。不必要にインデントを深くしないこと。また、理由もなくインデントしないこと。

良い例	良くない例
<pre>if (条件文) { 処理 }</pre>	<pre>if (条件文) { 処理 } if (条件文) { 処理 }</pre> <p>処理 1: 処理 2: 処理 3: 処理 4:</p>

- (3) 波括弧 { }
- イ) ブロックの始まりと終わりを見やすくするため、一つのソースファイルでは、波括弧の位置をそろえること。{ は文の行末に置き、} は if, for, while と同じ桁にそろえる K&R スタイルを推奨する。《M4.1.1》

K&Rスタイル	BSDスタイル	GNUスタイル
<pre>if (条件式) { 処理 }</pre>	<pre>if (条件式) { 処理 }</pre>	<pre>if (条件式) { 処理 }</pre>

- ロ) 関数定義の波括弧 { は、行末でなく改行して次の行の行頭に置く。《M4.1.1》

良い例	良くない例
<pre>void function(void) { 処理 }</pre>	<pre>void function(void) { 処理 }</pre>

- (4) コメント (注釈)
- イ) コメントは、/* と */ ではさむ形を基本とする。コンパイラがサポートしていれば、// を先頭にするコメント形式でもかまわないが、コメントに一部の漢字 (「ー」, 「ソ」, 「能」, 「表」などシフト JIS コードの 2 バイト目に “5c” を含む文字) を含む場合、コンパイラによっては、エラーメッセージが現れない状況でも、コメント文の次の行の動作が実行されない現象が起こるので注意すること。
- ロ) プログラムの先頭にファイルヘッダコメントとして、以下の内容を記述する。(フォーマットは問わない) 《M4.2.1》
- ・ファイル名
 - ・プログラムの簡単な内容説明
 - ・制作年月日
 - ・制作者名 など
- ハ) コメントは必要なことを書き、当たり前のことや紛らわしいことは記述しない。あくまでも明快に。《M4.2.1》

良い例	良くない例
	<pre>a = a + 1; /* aに1足す */</pre>

- ニ) コメントも、プログラムのインデントに合わせインデントし、制御の流れを分断するような位置にコメントをつけない。《M4.2.1》

良い例	良くない例
<pre>while (1) { 処理 /* コメント */ 処理 if (x = 0) { /* コメント */ 処理 } }</pre>	<pre>while (1) { 処理 /* コメント */ 処理 if (x = 0) { /* コメント */ 処理 } }</pre>

- (5) 空白, 空白行
- イ) 2 項演算子および 3 項演算子の左右には、空白を入れる。《M4.1.1》

- ロ) 単項演算子と演算項の間には、空白を入れない。《M4.1.1》

良い例	良くない例
<pre>x = 1; (x = 1 と書くのを誤った場合でも、見つけやすい)</pre>	<pre>x=1; (x = 1 と書くのを誤った場合、見つけにくい)</pre>

- ハ) コンマ (,) の後ろに空白を入れる。《M4.1.1》

- ニ) if や for などの制御式を囲む左括弧 (の前、および右括弧の後ろ) に空白を入れる。
一方、関数の呼び出しの左括弧 (の前には空白を入れない。《M4.1.1》
- ホ) 処理のまとまりごとや関数ごとに空白行を入れて、プログラムを見やすくする。

2. 変数, 関数

(1) 名前

- イ) 関数や変数の定義や宣言では、整数型 (int 型) であってもデータ型を明示して記述する。《M1.3.3》

良い例	良くない例
<pre>extern int global; int func(void) { 処理 }</pre>	<pre>extern global; func(void) { 処理 }</pre>

- ロ) 変数の名前は、機能を理解し、直感的にわかるように付ける。
また、関連性のある変数には、関連性のある名前を付け、他の変数との違いを際立たせる。

- ハ) 関数の名前は、一般に、何が「行われる」かを説明する動詞と「事柄」を説明する名詞を組み合わせて作成するとよい。

- ニ) グローバル変数や広い範囲で使用する変数には、その意味を思い出せる程度に長く、説明的な名前を付ける。
また、グローバル変数には、コメントを付けておく。

- ホ) 複数の単語で変数名や関数名を付ける場合、単語の区切りは、下線で区切るか、1 文字目を大文字にして区切るか、どちらかに統一する。《M4.3.2》

- ヘ) ローカル変数、特にループカウンタの変数は、整数型 (int 型) の i や j など短い変数でよい。《R2.1.2》

良い例	良くない例
<pre>for (i = 0; i < nelements; i++) { elem[i] = i; }</pre>	<pre>for (elementindex = 0; elementindex < numberofElements; elementindex++) { elementarray[elementindex] = elementindex; }</pre>

- ト) 使用しない関数、変数、引数、ラベルなどは宣言しない。《M1.1.1》

- チ) 名前を再使用しない。《M1.7.1》

- リ) 下線で始まる名前 (変数) は定義しない。《M1.7.3》

(2) 変数定義

- イ) 1 つの宣言文で宣言する変数は、1 つとする。1 行で複数の変数を宣言しない。《M1.2.1》

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

- ロ) 自動変数は、宣言時に初期化するか、使用する直前に初期値を代入する。《R1.1.1》

- ハ) ビット列として使用するデータは、符号付き型でなく符号なし型で定義する。《R2.6.2》

- ニ) 意味のある定数は、#define で定義するマクロ名として使用する。《M1.10.1》

- ホ) 変数の再利用はせず、目的ごとに変数を用意する。《M1.6.1》

- ヘ) 配列の大きさは、明示して宣言する。《R3.1.1》《R1.2.1》

- ト) 配列や構造体の初期化では、構造にあわせブロック化し、初期化データを漏れなく記述する。《M2.1.1》

良い例	良くない例
<pre>int arr1[2][3] = {{0, 1, 2}, {3, 4, 5}}; int arr1[3] = {1, 1, 0};</pre>	

良くない例	良い例
<pre>int arr1[2][3] = {0, 1, 2, 3, 4, 5}; int arr1[3] = {1, 1};</pre>	

- チ) 配列等の初期化のリストでは、最後の波括弧 } の前にカンマ、を記述しない。《M4.5.3》

良い例	良くない例
<pre>struct tag data[] = { { 1, 2, 3 }, { 4, 5, 6 }, { 7, 8, 9 } };</pre>	<pre>struct tag x = { 1, 2, };</pre>

(3) 関数定義

イ) 引数を持たない関数は、引数の型を void として宣言する。《R2.8.1》

良い例	良くない例
<pre>int func(void): { 処理 }</pre>	<pre>int func(): { 処理 }</pre>

ロ) 関数定義の行の前には、空白行を設け、関数定義を見やすくする。
ハ) 関数の機能を表すコメントを必ずつける。

3. 式

イ) 優先順位の異なる複数の2項演算子を含む式の場合など、少し複雑な式の場合は、文法的に必要な括弧であっても、括弧 () を付け優先順位を明示する。《M1.4.2》

良い例	良くない例
<pre>a = (b << 1) + c; または a = b << (1 + c);</pre>	<pre>a = b << 1 + c;</pre>

ロ) 論理演算子 (&&, ||) の演算を目的させるため、&&や || の各項は単純な変数や括弧 () で囲まれた一次式にする。《M1.4.1》
ハ) 条件を判定する式において、ゼロと比較する場合、“!=0”を記述しないことも可能であるが、明示する方が望ましい。《M1.5.2》

良い例	良くない例
<pre>int x = 5; if (x != 0) { 処理 }</pre>	<pre>int x = 5; if (x) { 処理 }</pre>

二) 真偽を求める式の中で、真として定義した値と比較しない。《R2.2.1》

良い例	良くない例
<pre>#define FALSE 0 void func2() { if (func1() != FALSE) {</pre>	<pre>#define TRUE 1 /* func1 は 0 と 1 以外を返す可能性がある */ void func2() { if (func1() == TRUE) {</pre>

ホ) 再帰呼び出しは行わない。(関数の中で、それ自身の関数を呼び出さない。)《R3.4.1》

4. 文

(1) 文全般

イ) if, else if, else, while, do, for, switch 文の本体は、ブロック化する。制御される文が1つの場合でもブロック化する。《M2.1.2》

良い例	良くない例
<pre>if (x == 1) { 処理: }</pre>	<pre>if (x == 1) 処理:</pre>

ロ) 処理のない for や while でも、波括弧 ({ }) でブロック化し、記述誤りでないことを示す。
ハ) goto 文はエラー処理などの例外処理のぞき、使用しない。プログラム論理をシンプルに表現できるよう考える。《M3.1.2》

(2) if 文

イ) if~else if 文の else if 節は、if と同じ桁にそろえる。

ロ) if~else if 文は、最後に else 節を必ず置く。else 条件が発生しないことがわかっている場合は、「想定外」のコメントを入れ、else 節の書き漏れではないことを明示する。《R3.5.1》

良い例	良くない例
<pre>if (var1 == 0) { 処理 } else if (0 < var1) { 処理 } else { /* 想定外 */ }</pre>	<pre>if (var1 == 0) { 処理 } else if (0 < var1) { 処理 }</pre>

(3) while 文

イ) 無限ループは、while (1) で統一する。《M1.9.2》

ロ) do~while 文の while は、閉じ波括弧 } と同じ行に置く。

(4) for 文

イ) for 文の3つの式には、ループ制御に関わるもののみを記述する。《M3.3.1》

良い例	良くない例
<pre>for (i = 0; i < MAX; i++) { 処理 j++; }</pre>	<pre>for (i = 0; i < MAX; i++, j++) { 処理 }</pre>

ロ) ループカウンタの比較には、等値演算子 (==)、否定演算子 (!=) は使用せず、関係演算子 (<, >, <=, >=) を用いる。《R3.5.3》

(5) switch 文

イ) case 節は、switch と同じ桁にそろえ、他のコードはインデントさせる。

ロ) switch 文では、最後に default 節を必ず置く。特に default 条件が発生しないことがわかっている場合は、発生しないことを明示するコメント(想定外など)を記述する。《R3.5.2》

良い例	良くない例
<pre>switch (var1) { case 0: 処理 break; case 1: 処理 break; default: /* 想定外 */ break; }</pre>	<pre>switch (var1) { case 0: 処理 break; case 1: 処理 break; }</pre>

ハ) switch 文の case 節、default 節は、必ず break 文で終了させる。ただし、break 文なしに次の case 節に処理を継続させる場合は、そのことを明示するコメントを入れる。《M3.1.4》

ニ) 3分岐以上にならない場合は、if 文を使用する。言い換えれば、2分岐で switch 文は使用しない。《M1.3.1》《E1.1.4》

(参考文献)

「改訂版組込みソフトウェア開発向けコーディング作法ガイド [C言語版]」、情報処理推進機構 (IPA) ソフトウェア・エンジニアリング・センター編、「改訂新C言語入門」、林晴比古 著、ソフトバンク。「プログラミング作法」、Brian W. Kernighan・Rob Pike 著/福沢俊博訳、ASCII。「Cスタイル 標準とガイドライン」、David Straker 著、奥田正人 訳、海文堂。「プログラム基本作法」、小川優介・西田雅昭 著、技術評論社。「はじめてのC」、椋田賢 著、技術評論社。その他

公表2 4-5 技術計算のガイドライン

本ガイドラインは、回路設計、修理、および測定等の記述の際に必要とされる技術計算の基本的な考え方を示している。

イ) 電気抵抗、静電容量ほかの物理量などを表す数値は、4桁以上の有効桁を有しているものとして考える。

ロ) 計算過程はできるだけ記入する。計算過程において、桁落ちや情報落ちに注意する。

ハ) 求める数値は、有効桁4桁目を四捨五入する有効数値3桁表示が望ましい。とよい。

ニ) 導出の結果は「答え」などと明記し、数値、式などを記入する。図やグラフ、波形を描く場合も、わかるように指示する。

第51回技能五輪全国大会 「電子機器組立て」職種

競技 I

課題仕様書

2013年11月23日
競技時間 7時間

選手番号：	選手氏名：
-------	-------

1 機器の概要

1.1 はじめに

2013年9月8日、2020年の東京オリンピック開催が決まりました。オリンピックマークの青、黄、黒、緑、赤の五色の輪は、五大大陸を意味している事はご存じの方も多いでしょう。技能五輪国際大会(World Skills Competition)のロゴにも、5色の色が使われていますね。(図1.1)



図 1.1 WS のロゴ

さて、色で思い出すものと言えば「七色の虹」ですね。英語で Rainbow、「雨の号」と言われるように、雨上がり空に見ることが出来る半円球の光の帯のことです。フランス語では arc-en-ciel (アルカンシエル) といい、「空に掛かるアーチ」と言います。



図 1.2 虹

虹は、太陽の光が空気中の水滴によって屈折、反射されるときに、水滴がプリズムの役割をして、光が分解されて、(日本では)赤から紫までの七色の光の帯に見える自然現象です。

さて、光は電磁波の一つです。ラジオやテレビ放送に使われる電波から、レントゲンに活用される X 線、ガンマ線もそうです。電磁波は、波長によって分類されることが多く、一般に言う光、すなわち可視光線は、ヒトの目で見える波長の電磁波です。国際照明委員会 (CIE) では、700nm の波長の光を R (赤) と定義しています。日本では、波長の短い側から順に、紫、藍、青、緑、黄、橙、赤を俗に七色と呼んでいます。可視光線より波長の短いものを紫外線、長いものを赤外線と呼びます。競技 I では、可視光をテーマにした競技課題を実施します。

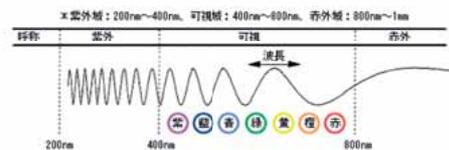


図 1.3 光の波長と色

(参考資料)

- ウィキペディア「虹」
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%99%B9>
- ウィキペディア「可視光線」
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%A6%E8%A6%96%E5%85%89%E7%B7%A4>
- 「光の周波数と色の関係」
www.ekbo.co.jp/pdf/laboratory/doc13.pdf
- 「分光光度計基礎講座 第3回 比色分析 - 日立ハイテクノロジーズ」
http://www.hitachi-hitec.com/science/uv_basic/uv_course2.html

1.2 機器の構成

回路設計・試作課題で製作する電子機器は、「信号インジケータ」です。図 1.5 に全体のブロック図を示します。

(1) 構成機器

信号インジケータの構成機器を以下に示します。

- 電源ボード
- CPU ボード+LCD ポーマ
- 試作基板
- バックプレーンボード+シャーシ
- AC アダプタ (DC9V2.5A)
- ファンクション・ジェネレータ

電源ボード、CPU ボード、および ICB-96 基板上で製作する試作基板を、バックプレーンボードに接続して使用します。3つの基板をバックプレーンに挿入する際、スロットの指定はしませんが、試作基板が一番手前(右側)にくるように配置してください。

AC アダプタは、電源ボードに差し込みます。機器へ供給する電源は、電源ボードを使用します。

(2) 入力部と表示部

信号インジケータは、CPU ボードを中心に、入力部と表示部の2つのブロックから構成されています。1枚の試作基板に2つのブロックを製作します。

入力部のブロックは「FAVC 回路 (Frequency and Amplitude to Voltage Converter Circuit)」と呼び、ファンクション・ジェネレータ (以下、FG) からの信号を入力して、その周波数と振幅を直流電圧に変換する回路です。この回路を設計・製作します。CPU ボードの PIC マイコンは、この2つの直流信号を取り込みます。

表示部のブロックは「10 色 LED 表示回路」と呼び、PIC マイコンからの SPI 信号で、10ポイント LED アレイを点灯する回路です。この回路は設計しませんが、試作基板に製作しないと、プログラム設計課題に取り組みません。

(3) フルカラー-LED

7色を表現するフルカラー-LED には、OptoSupply の 10ポイント LED アレイ (以下、10色 LED) OSX10201-LRPB2 を用います。図 1.4 に外観を示します。10個のセグメントが各々すべてフルカラー表示できる LED モジュールです。



図 1.4 10ポイント LED アレイ

この 10色 LED の点灯を制御するために、28ピンの PIC18F2520 を使用します。

(4) 周波数-電圧変換器

FAVC 回路で用いる周波数-電圧変換を担う IC には、新日本無線の NJM4151 を使用します。この IC は、電圧-周波数変換器としてよく活用されている、手軽で安価な IC です。ここでは、周波数-電圧変換器として使用します。

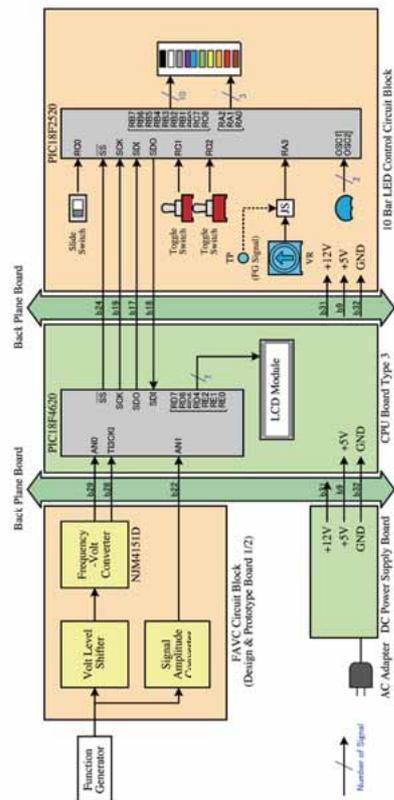


図 1.5 電子機器「信号インジケータ」のブロック図

技能五種 2013

1.3 機器の動作

可視光線の波長と強度(明るさ)を、FGで発生する信号の周波数と振幅電圧に見立て、10パーLEDに次のように表示します。

(1) 周波数と表示色

FGから出力する信号の周波数 f に対応して、おおむね表1.1に示す色で表示されます。入力する周波数レンジは、1kHz~10kHzとします。

表 1.1 入力周波数と表示色

入力周波数	(1kHz)	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz	6kHz	8kHz
	1	2	3	4	5	6	(10kHz)
	2kHz	3kHz	4kHz	5kHz	6kHz	8kHz	
表示色	白	赤	黄	緑	シアン	青	マゼンタ

(2) 振幅電圧と表示レベル

FGで出力する振幅電圧 V の大きさに応じて、表1.2のようにレベルメータの点灯数が変化します。入力振幅電圧は、0V~2.5Vとします。信号にバイアス電圧はかけません。

表 1.2 振幅電圧とレベルメータの表示数 ($f=2.4kHz$ の場合)

振幅電圧	0.00V	0.25V	0.50V	0.75V	1.00V	1.25V	1.50V	1.75V	2.00V	2.25V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0.25V	0.50V	0.75V	1.00V	1.25V	1.50V	1.75V	2.00V	2.25V	2.50V
レベルメータの表示数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1-4

「電子機器組立て職種 技能1 (機器の動作)」

技能五種 2013

2 回路設計課題

図1.5のブロック図における、FGで発生させる信号の周波数 f と振幅電圧 V_{amp} を、それぞれ周波数変換電圧 V_f 、振幅変換電圧 V_a に変換するFAVC回路を設計してください。



図 2.1 FAVC回路の入出力信号

2.1 入力信号の仕様

FGで発生させる入力信号は、以下の通りとします。

- 種類は、正弦波と方形波とします。
- バイアスをかけない(GNDを中心とする)信号とします。
- 振幅電圧 V_{amp} は、0.0V~2.5Vの範囲とします。
- 周波数 f は、1kHz~10kHzの範囲とします。

2.2 FAVC回路の仕様

FAVC回路は、二つの回路ブロックで構成します。一つは、信号の周波数を直流電圧に変換する「周波数-電圧変換回路」、もう一つは、信号の振幅電圧を直流電圧に変換する「振幅変換回路」です。設計する回路以外の部分の仕様は、図2.2に示す通りの回路とします。

—【回路仕様】—

- FGを接続する端子は、チェック端子(TP1, TP2)とします。
- ジャンパースocket (JS1)を外して、チェック端子(TP4)に指定の方形波を入力することで、「F-Vコンバータ回路」の部分のみの動作を確認することができます。この確認が、測定課題です。
- 2つの出力信号には、保護ダイオード(D1, D2)を取り付けます。

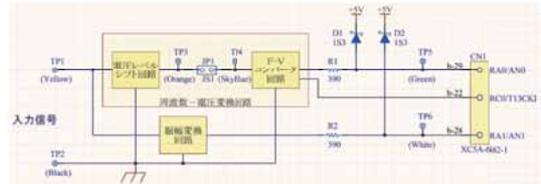


図 2.2 FAVC回路のブロック図

2-1

「電子機器組立て職種 技能1 (回路設計課題)」

技能五種 2013

(1) 周波数-電圧変換回路の仕様

F-Vコンバータ IC NJM4151Dを用いて、入力信号の周波数に比例した直流電圧を出力する回路を設計してください。



図 2.3 周波数-電圧変換回路

①F-Vコンバータ回路

周波数-電圧変換は、F-Vコンバータ IC NJM4151Dを用います。データシート(6ページ)の第5図に示される「単電源動作F-V変換回路」を設計してください。



図 2.4 F-Vコンバータ回路

—(設計仕様)—

- F-Vコンバータ ICの電源電圧は+12Vとする。
- 64ピンコネクタに接続する+12VラインとGNDラインの間に、33μFの電解コンデンサを接続すること。
- F-Vコンバータ ICの電源端子(V+とGND)間に0.1μFの積層セラミックコンデンサを接続すること。
- 入力周波数 f が10kHzの時に、4.5V~5.0Vの電圧を出力すること。10kHzより前で、5Vに飽和しないこと。

②電圧レベルシフト回路

F-Vコンバータ ICに入力する信号波形は、データシートの第5図に示してあるように、5V_{pp}の矩形波を入力する必要があります。入力信号の振幅電圧によらず、5V_{pp}の矩形波を出力する電圧レベルシフト回路を設計してください。

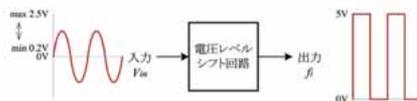


図 2.5 電圧レベルシフト回路

2-2

「電子機器組立て職種 技能1 (回路設計課題)」

技能五種 2013

—(設計仕様)—

- 電圧レベルシフト回路の出力電圧は、0Vと5Vの2値の電圧とする。
- 入力振幅電圧 V_{amp} が約0.2V以上で出力電圧が得られること。

(2) 振幅変換回路の仕様

入力信号の振幅電圧の大きさに比例した直流電圧を出力する振幅変換回路を設計してください。



図 2.6 振幅変換回路

—(設計仕様)—

- 振幅変換回路の出力電圧は、0V~2.5Vの範囲で、入力信号に応じて連続的に変化する。
- 入力振幅電圧 V_{amp} が約0.2V以上で出力電圧が得られること。
- 入力信号が方形波の場合と正弦波の場合の振幅変換回路の出力電圧の目安を表2.1に示す。FGの振幅電圧の変化に比例して、出力が変化すること。
- 出力電圧のリップルは、考慮しなくてよい。

表 2.1 振幅変換回路の仕様

入力信号		出力信号の目安
種類	振幅電圧の範囲	
方形波	0V~2.5V	0V~2.5V
正弦波	0V~2.5V	0V~2.0V程度

2-3

「電子機器組立て職種 技能1 (回路設計課題)」

2.3 10バーLED表示回路

CPUボードのPIC18F4620からのSPI信号で10バーLEDを点灯させるための、10バーLED表示回路を図2.7に示します。回路設計の必要はありませんので、作図から始めてください。

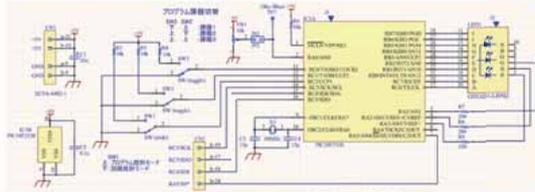


図 2.7 10バーLED表示回路 (別添資料)

【回路仕様】

- PIC18F2520 (IC1) のクロックは、水晶振動子 10MHz (X1) で発生させます。
- PIC18F2520 は、SPI 通信にて CPU ボードの PIC18F4620 から LED 表示データを受け取ります。
- 表 2.2 のように、スライドスイッチ (SW1) にて、PIC18F2520 の動作モードを切り換えます。2つのトグルスイッチ (SW2, SW3) は、下側にしておきます。
回路設計モードで使用する限りは、PIC18F4620、および PIC18F2520 のプログラムを変更する必要はありません。

表 2.2 スイッチの状態と動作モード

スライドスイッチの向き	トグルスイッチ	動作モード	処理内容
SW1	SW3 SW2		
上側	— —	プログラム設計モード	プログラム設計課題と参照してください。
下側	下側 下側	回路設計モード	PIC18F4620 からの LED 表示データを受信し、LED の色とレベルを変えて表示します。

- 半固定抵抗器 (VR1) は、プログラム設計課題で使用します。
- 64ピンコネクタに接続する+5VラインとGNDラインの間に、33μF (C1) の電解コンデンサを接続します。

2.4 コネクタの仕様

製作する試作基板とバックプレーンボードを接続する64ピンコネクタ (CN1) の信号割り付けを表2.3に示します。

表 2.3 64ピンコネクタの信号割り付け表

ピン番号	PIC18F4620の端子名	信号名
b29	(RA0)/AN0	固定数直流電圧 V_F
b28	(RA1)/AN1	振幅直流電圧 V_G
b24	(RA5)/SS	SPI 通信信号 (スレーブセレクト)
b22	(RC0)/TI3CKI	F-V コンバータ IC のロジック出力 V_{LO}
b17	(RC5)/SDO	SPI 通信信号 (出力データ)
b18	(RC4)/SDI	SPI 通信信号 (入力データ)
b19	(RC3)/SCK	SPI 通信信号 (クロック)
b9	GND	電源 GND
a9	GND	電源 GND (b9 と接続してもよい)
b31	+12V	電源 +12V
b32	+5V	電源 +5V
a32	+5V	電源 +5V (b32 と接続してもよい)

2.5 その他の設計仕様

- オープンアップやロジック IC を使う場合は、電源端子間に 0.1μF の積層セラミックコンデンサを適宜接続すること。
- 64ピンコネクタ b11 ピンのアナロググラウンドは、使用しなくてもよい。

2.6 支給部品

設計・試作基板用に支給する部品は、別添資料を参照してください。

部品表は、3つに区分されています。区分 A は、10バーLED表示回路で必要な部品です。区分 B は、図 2.2 の FAVC 回路に示されている部品と、データシートの単電源動作 F-V 変換回路を構成する部品です。設計仕様にあわせ必要となる部品は、申請してください。

区分 C は、設計回路で使うことのできる (提供) 部品です。部品が必要な場合は、部品請求用紙に種類と数量を記入の上、申請してください。ただし、数量に限りがある部品もありますので、先着順とします。

2.7 回路設計シート

回路設計シートは、設計の際のメモとして記述してください。採点はしません。例えば、素子の定数の計算や回路の下書きに活用してください。

3 回路図作成課題

【公表2】『3-2回路図作成競技仕様』にもとづき、設計した FAVC 回路と図 2.7 の 10バーLED表示回路の回路図を作成してください。

3.1 Altium Designer の環境について

(1) ライブラリの追加

大会で使用するテンプレートファイルは、フォルダ名 "xxCAD_name" のファイルです。事前に配布されている "Template&Library20131001" に、2つのファイルが追加されています (表 3.1 参照)。各自でライブラリに追加してください。追加したシンボルは、必ずしも使う必要はありません。

表 3.1 追加ライブラリファイル

シンボルライブラリ	コンポーネント名	概要
追加 コンポーネント (6個)	Dual OPamp *4	一方の OPamp に電源端子付き
	NIM4151D	V.FE.V Converter
	OSX10201-LRPB2	10 Digit Display
	PIC18F2520 *4 slim type	端子名を省略したスリムタイプ
	SW (slide) PC type AB Single	フットプリントが SS-12
	SW (toggle) type A	フットプリントが 2MS1
フットプリントライブラリ: gorin2013.PcbLib		

(2) ファイル名

作成するプロジェクトファイル、回路図ファイル、および基板図ファイルのファイル名は次のようにしてください。

「競技者番号 (半角 2 桁) + 名前 (ローマ字半角小文字) .拡張子」

例) 競技者番号 51 番、五輪選手の場合のプロジェクト名は、51gorin PjPcb です。

3.2 図面作成にあたって

(1) 表題欄

- 図面名は、「FAVC & 10barLED 回路」とする。

(2) シンボル等の仕様

- 回路図中に記述する部品記号は、別添資料の部品表の記号を使用すること。なお、回路に追加した部品は、続きの番号を振ること。
- 10バーLEDの R, G, B, 2本ずつあるカソード端子それぞれを接続しなくてもよい。
- 水晶振動子 (X1) の実装には、シングルラインソケット (J2) を使用すること。
- DIP 部品の実装には、IC ソケットを使用すること。

4 基板設計課題

【公表2】『3-3基板設計競技仕様』にもとづき、ICB-96 基板に FAVC & 10barLED 回路の基板設計をしてください。

4.1 図面作成にあたって

(1) 表題欄

- 図面名は、「FAVC & 10barLED 回路基板」とする。

(2) 部品配置の仕様

- 試作基板は、バックプレーンに接続するので、64ピンコネクタ (CN1) は、基板の右側の標準位置に取り付けること。
- スライドスイッチ (SW1) は、基板座標 S50~U50 に配置すること。
- 10バーLED (LED1) は、1番ピンが下に向く方向で配置すること。
- FG を接続するチェック端子 (TP1, TP2) は、できる限り基板左側に配置すること。
- 積層セラミックコンデンサ (C3, C4) のフットプリントは、2.54mm ピッチにすること。
- コネクタやソケットの未使用ピンには、何も配線しないこと。経由等でも使用しないこと。

技能五種 2013

5 組立課題

組立競技の課題は、**公表1**『組立競技課題「MP3プレーヤー基板」の組立て』、および**公表2**『4-3組立基本仕様』にらとづき、MP3プレーヤー基板と設計したFAVC & 10barLED回路基板を組立ててください。上記の公表資料に明記されていない部分を以下に示します。

5.1 部品の取り付け方向

- スライドスイッチ (SW1) は、データシートの図の向き (定格表示側が左側に向く) に取り付けること。

5-1

「電子機器組立て」職種 競技1 (組立課題)

技能五種 2013

6 測定課題

(設計回路1) FVコンバータ回路の入出力特性を測定してください。

6.1 測定方法

(1) 測定回路

測定は、設計途中のブレッドボード上の回路でも、試作基板の回路でも、どちらでも構いません。試作基板を製作してから測定を行う場合は、ジャンパーソケット (JS1) を取り外して、測定を行ってください。

(2) 測定方法

チェック端子 (TP4) にFGを接続し、5V_{pp}の方形波信号を入力します。そのときのチェック端子 (TP5) の電圧 V_o をテスターで測定してください。
方形波の周波数を $f=1\text{kHz}\sim 10\text{kHz}$ まで 1kHz ごとに変化させて、測定を行ってください。

(3) Excelでの処理

図6.1に示すExcelファイル「FVC特性_xx.xls」の「測定シート」ワークシートのC16～C25のセルに、測定値を入力してください。値を入力すると同時にグラフが作成されます。グラフの軸の設定は変更しないでください。

競技1 測定課題	
NJM4151の周波数-電圧変換特性 測定シート	
入力周波数 f [kHz]	出力電圧 V_o [V]
1	0.10
2	0.10
3	0.10

図6.1 「FVC特性.xls」の「特性グラフ」ワークシート

6.2 提出

(1) シートの印刷

選手番号と選手氏名を記入し、測定シートを印刷して提出してください。

(2) ファイルの保存

ファイル名は「FVC特性_xx.xls」(xxは選手番号)として、USBメモリに保存してください。

例) 選手番号51番の場合は、「FVC特性_51.xls」です。

6-1

「電子機器組立て」職種 競技1 (測定課題)

技能五種 2013

7 プログラム設計課題

プログラム設計の対象は、設計・試作回路の10バーLEDの表示を制御するPIC18F2520のプログラミングです。以下のプログラム仕様にもとづいて、プログラミングしてください。課題は3つです。

7.1 プログラム仕様

(1) スイッチの状態と動作モード

スライドスイッチ (SW1) を上側にし、プログラム設計モードにします。表7.1に示すように、2つのトグルスイッチ (SW2とSW3) の状態によって、3つの動作を行うそれぞれの処理関数を作成してください。

トグルスイッチの状態によって各処理関数に移る処理は、main()関数の中にすでに用意されています。

表7.1 スイッチの状態と動作モード

スライドスイッチ SW1	トグルスイッチ		動作モード	処理関数
	SW3	SW2		
上側	下側	下側	回路設計モード	—
	下側	上側	プログラム設計モード	rainbow1()関数
	上側	下側		rainbow2()関数
	上側	上側		wave()関数

- 各処理関数の引数と戻り値は、void、voidとする。
- トグルスイッチを切り換えたときには、各処理関数の初期表示に戻ること。初期表示の多少の時間ずれは、考慮しなくてよい。
- 10バーLEDの個々の輝度に著しい差異やちらつきを生じないようにすること。
- 定義されているグローバル変数について、表7.2に示す。なお、グローバル変数は増やさないこと。

表7.2 定義されているグローバル変数

変数名	役割
flag0	0.5秒間隔のタイマ0割込みフラグ
flag1	0.1m秒間隔のタイマ1割込みフラグ
Result	可変抵抗器のAD変換値
sw_flag	トグルスイッチ切り換え検知用フラグ

7-1

「電子機器組立て」職種 競技1 (プログラム設計課題)

技能五種 2013

(2) 課題1: rainbow1()関数

- 10バーLEDの全LEDを同色で点灯させる。
- 点灯色は、図7.1のように白、赤、黄、緑、シアン、青、マゼンタの順とする。
- 各色の点灯間隔は、約0.5秒間隔とするが、白の表示のみ約1秒とする。

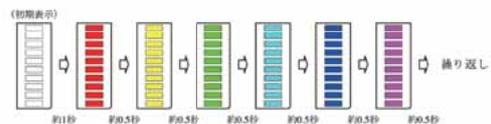


図7.1 課題1の動作の様子

(3) 課題2: rainbow2()関数

- 10バーLEDの下側バーから、図7.2のように赤、黄、緑、青、マゼンタ、…の順でLEDを点灯させる。
- 約0.5秒間隔で、点灯色を上方向にローテーションさせる。

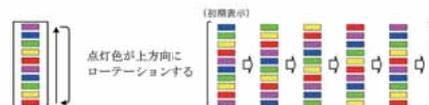


図7.2 課題2の動作の様子

(4) 課題3: wave()関数

- 半固定抵抗器 (VR1) の電圧値に対応して、図7.3のように10バーLEDを表示させる。



図7.3 課題3の動作の様子

- ジャンパーソケット (JS2) を外し、チェック端子 (TP7) にファンクションジェネレータから0V～5Vで変化する正弦波(バイアス2.5V, 振幅2.5V)を入力すると、図7.4のように表示が変化していく。周波数は変化がわかる低い周波数でよい。

7-2

「電子機器組立て」職種 競技1 (プログラム設計課題)



図 7.4 正弦波を入力した課題 3 の動作の様子

7.2 提出

(1) ソースリストの印刷

- ソースファイル“LEDbar_XX.c”とヘッダファイル“LEDbar_XX.h”を印刷して提出してください。
ただし、その他の部分にも記述した場合は、該当ページのみ印刷して、蛍光ペンでマークをつけてください。

(2) ファイルの保存

- プロジェクトファイルごと USB メモリの“xxPIC_name”フォルダに保存してください。プロジェクト名は任意とします。
- フォルダ、ソースファイル、およびヘッダファイルの xx の部分を選手番号に変更してください。

第51回技能五輪全国大会 「電子機器組立て」職種 競技 I

別添資料

1. 配付データ
2. 提出仕様
3. 10 バーLED 表示回路
4. 回路設計・試作基板 部品表

配付データ

図 1 に示すように、競技用サーバーPlone の [ホーム>ダウンロード>競技 I 用] フォルダに配付データがあります。フォルダごとの圧縮ファイルになっているので、ダウンロードして解凍して使用してください。



図 1 [ダウンロード] フォルダの様子

(1) Datasheet フォルダ

設計・試作課題で使用使用する部品のデータシートが pdf 形式のファイルで格納されています。

(2) Document フォルダ

回路設計シート、測定シートなど、Word ファイルと Excel ファイルが格納されています。

(3) xxCAD_name フォルダ >> **フォルダ名を変更して、USB メモりに格納**

Altium Designer 技能五輪用テンプレートファイルが格納されています。
“Template&Library20131001”に 2 つのファイルを追加しています。

(4) xxPIC_name フォルダ >> **フォルダ名を変更して、USB メモりに格納**

プログラミング設計課題の“Signal_Ing.c”, “LEDbar_XX.c”, および“LEDbar_XX.h”が格納されています。

競技 I 提出仕様

■提出準備

(1) 印刷

- 指定があるものは、所定のシートを印刷すること。
- PIC のソースリストには、行番号をつけて印刷すること。文字のポイント数は 10pt を、行数は 45 行程度とする。
なお、選手番号と選手氏名の記入を忘れないこと。

(2) USB メモりに格納するファイル

- USB メモリのそれぞれのフォルダに、指定のファイルが格納されていることを確認すること。ファイル名の変更も忘れないこと。

フォルダ名	提出ファイル名
xxCAD_name	xxname.PrjPcb xxname.SchDoc xxname.PcbDoc xxname.pdf
xxPic_name	プロジェクトの中に LEDbar_XX.c LEDbar_XX.h
(なし)	FVC 特性_XX.xls

■提出物

(1) 回路設計・試作課題の作品

- A3 用紙を乗せた東卓板の上に作品を置くこと。AC アダプタは不要。
- 電源ボードのスイッチを OFF にすること。

(2) 提出用封筒に入れる用紙類

- 回路図……………【採点対象】キズアップした場合は、提供された回路図を封筒に入れること。
- 基板図……………【採点対象】キズアップした場合は、提供された基板図を封筒に入れること。
- プログラムリスト……………【採点対象】何も記述してなくても封筒に入れること。
- 回路設計シート……………何も書いていない場合や印刷をしていない場合は、封筒に入れなくてよい。
- 測定シート……………【採点対象】何もしてなくても、封筒に入れること。
- USB メモリ

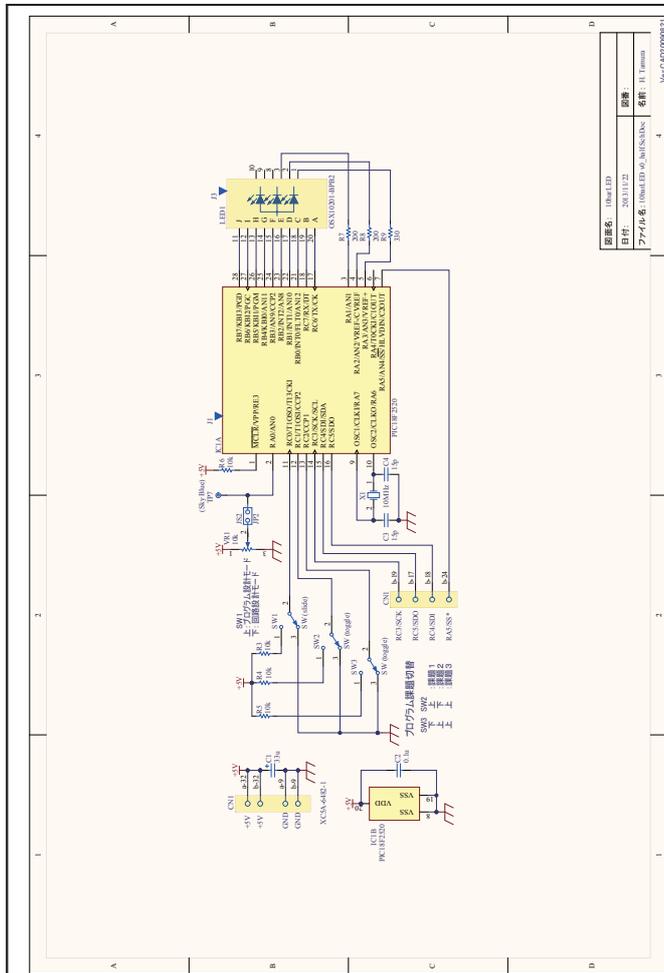
(3) 回収用封筒に入れる用紙類

- 仕様書や資料、残り部品等は、すべて回収用封筒に入れ、机の上に置くこと。持ち帰りは禁止です。回収物のページを擦る必要はありません。

※作業時間

- 印刷やファイルのコピーは、競技時間内に行うことを原則とする。
- 印刷物を取りまとめて封筒に入れる作業や、提出状態への整理整頓作業は、競技終了後でかまわない。

提出準備ができ次第、競技委員および競技補佐員を呼ぶこと。



図番名:	10barLED
図日付:	2013.12.27
ファイル名:	10barLED_00_00000000
図種:	基板
名付:	H. Tamura

図番: MDO13

競技課題 I 回路設計・試作基板 部品表

区分A:10バーLED表示回路

部品記号	品名	形状	定規・形式	製造会社	数量	備考1	備考2	データシート
IC1	FVCマイコン	2pin DIP	PC18F2520-1/SP	Microchip	1			○
X1	クォーツル(水晶発振子) 10MHz	3-pin HC-49.5		Mercury Electronic	1		秋月電子通商 P-00022	○
LED1	赤LED 10 digit Display	2pin DIP	OSX10201-LR9S2	OptoSupply	1		秋月電子通商 P-0212	○
C1	アルミ電解コンデンサ 22μF/50V	3-pin	50WV33M5PCX11	ルネサス	1		秋月電子通商 P-0123	○
C2	積層セラミックコンデンサ 0.1μF/50V	両面貼付	R9PEF1H1042K1A01B	村田製作所	1		秋月電子通商 P-0203	○
C3, C4	積層セラミックコンデンサ 15pF/30V	両面貼付	RD15N15Q11HLS	Supertech Electronic	2		秋月電子通商 P-0050	○
R3~R6	炭素皮膜抵抗器 10kΩ ±5% 1/4W	3-pin	CF 1/4C 103	KOA	4			○
R7, R8	炭素皮膜抵抗器 200Ω ±5% 1/4W	3-pin	CF 1/4C 203	KOA	2			○
R9	炭素皮膜抵抗器 200Ω ±5% 1/4W	3-pin	CF 1/4C 333	KOA	1			○
VR1	半固定抵抗 10kΩ 上部調整		GF003P1-0103	東芝エッセイ	1			○
SW1	スライドスイッチ 縦ツマミ		SS-1250P2	日本電器	1			○
SW2, SW3	基板用トグルスイッチ 3P(スラム)		ZMS1-T1-B4-M2-Q-F	Concord	2		秋月電子通商 P-0270	○
J1	ICソケット 28ピン		DP 2227-28-03	Neltron Industrial	1		秋月電子通商 P-0002	○
J2	シグナルソケット 32ピン		SP PM-1	マツキエト	1	2013年 仕様変更		○
J3	ICソケット 9ピン 200ピン		DP 2272MC-29-03	Neltron Industrial	1		秋月電子通商 P-0002	○
JP2	ディップソケット(プラグオス) 27ピン プラグ 2極		DSV02-030-431T	KEL	1	2009年 仕様変更		○
JS2	ディップソケット(プラグオス) ソケット 基		DSV01-002-430T-0	KEL	1			○
TP1	チェック端子 黄色	LC-2-5-黄		マツキエト	1			○
TP2	チェック端子 青色	LC-2-5-青		マツキエト	1			○
TP3	チェック端子 緑色	LC-2-5-緑		マツキエト	1			○
TP4	チェック端子 白色	LC-2-5-白		マツキエト	1			○
TP5	チェック端子 緑色	LC-2-5-緑		マツキエト	1			○
TP6	チェック端子 白色	LC-2-5-白		マツキエト	1			○
寸法寸法表					TA φ0.4 約19g/100個	田中電機	8m	
スルーホール径(鉛フリー)					F3 M705 φ0.8 1kg	千住金属工業	4m	

「電子機器組立て職種編 競技 I 回路設計」-試作基板部品表



図番名:	10barLED
図日付:	2013.12.27
ファイル名:	10barLED_00_00000000
図種:	基板
名付:	H. Tamura

図番: MDO13

競技課題 I 回路設計・試作基板 部品表

区分B:FVC回路(必要分)

部品記号	品名	形状	定規・形式	製造会社	数量	備考1	備考2	データシート
IC	VFコンバータ	8pin DIP	NJM1151D	新日本無線	1		秋月電子通商 P-0023	○
DL, D2	整流用ショットキーダイオード 30V1A	3-pin	1S3	PANJIT INTERNATIONAL	2		秋月電子通商 P-01207	○
C1	アルミ電解コンデンサ 33μF/50V	3-pin	50WV33M5PCX11	ルネサス	1		秋月電子通商 P-0123	○
C	積層セラミックコンデンサ 0.022μF/50V	両面貼付	RD10W222K1H06L	Supertech Electronic	1		秋月電子通商 P-0200	○
C	積層セラミックコンデンサ 0.01μF/50V	両面貼付	RD10W101K1H06L	Supertech Electronic	1		秋月電子通商 P-0200	○
C	積層セラミックコンデンサ 0.1μF/50V	両面貼付	R9PEF1H1042K1A01B	村田製作所	1		秋月電子通商 P-0203	○
C	アルミ電解コンデンサ 1μF/50V	3-pin	50WV1MEPCX11	ルネサス	1		秋月電子通商 P-00114	○
R1, R2	炭素皮膜抵抗器 200Ω ±5% 1/4W	3-pin	CF 1/4C 393	KOA	2			○
R	炭素皮膜抵抗器 8.1kΩ ±5% 1/4W	3-pin	CF 1/4C 813	KOA	2			○
R	炭素皮膜抵抗器 6.8kΩ ±5% 1/4W	3-pin	CF 1/4C 683	KOA	1			○
R	炭素皮膜抵抗器 10kΩ ±5% 1/4W	3-pin	CF 1/4C 103	KOA	1			○
R	炭素皮膜抵抗器 15kΩ ±5% 1/4W	3-pin	CF 1/4C 153	KOA	1	SP-494D-P013		○
R	炭素皮膜抵抗器 100kΩ ±5% 1/4W	3-pin	CF 1/4C 104	KOA	1			○
J	ICソケット 8ピン		DP 2227-08-03	Neltron Industrial	1		秋月電子通商 P-0002	○
JP1	ディップソケット(プラグオス) 27ピン プラグ 2極		DSV02-030-431T	KEL	1	2009年 仕様変更		○
JP2	ディップソケット(プラグオス) ソケット 基		DSV01-002-430T-0	KEL	1			○
TP1	チェック端子 黄色	LC-2-5-黄		マツキエト	1			○
TP2	チェック端子 青色	LC-2-5-青		マツキエト	1			○
TP3	チェック端子 緑色	LC-2-5-緑		マツキエト	1			○
TP4	チェック端子 白色	LC-2-5-白		マツキエト	1			○
TP5	チェック端子 緑色	LC-2-5-緑		マツキエト	1			○
TP6	チェック端子 白色	LC-2-5-白		マツキエト	1			○
寸法寸法表					BDX27UBE A 1×0.3×500s	住友電工	100m	
スルーホール径(鉛フリー)					TA φ0.4 約19g/100個	田中電機	2m	
スルーホール径(鉛フリー)					F3 M705 φ0.8 1kg	千住金属工業	1m	

「電子機器組立て職種編 競技 I 回路設計」-試作基板部品表

第51回技能五輪全国大会 「電子機器組立て」職種

競技 II

課題仕様書

2013年11月24日
競技時間 2時間30分

競技者番号 _____ 競技者氏名 _____

技能五輪 2013

1. まえがき

1.1 はじめに

近年、情報伝送媒体として可視光が注目されています。その代表例が、照明としての機能と情報伝送としての機能を併せもつ LED を用いた可視光通信です。応用例として、展覧会や展示会における利用が想定されます。そこでは、展示物を照明する機能とともに、案内情報を送信し情報端末によって展示物の説明する機能を一体化できます。

可視光による情報伝送は、電波を利用した情報伝送と異なり、混信が生じにくいなどの利点があります。

このような背景のもと、第 51 回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種、競技 II では、「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」を題材とした修理課題、および測定課題を行います。

1.2 DTMF 信号

競技で使用する「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」では、情報を送受信するために、DTMF 信号を用います。

DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) は 0 から 9 までの数字、および *, #, A, B, C, D の記号の計 16 種類の符号を、低群周波数と高群周波数の二つの周波数の合成信号で表現する方法です。通常は 0~9, *, # の 12 種類がプッシュ方式の電話機などで使用されており、「ビボバ音」と表現されることもあります。

図 1.1 に DTMF 信号のマトリックスを示します。通常は 0 から 9 までと *, # が用いられます。DTMF 信号は、低群周波数と高群周波数から、それぞれ 1 つの周波数の正弦波を合成 (加算) して生成されます。例えば、DTMF 信号 3 は、697Hz の正弦波と 1477Hz の正弦波を足し合わせた信号です。

		高群周波数 (Hz)			
		1209	1336	1447	1633
低群周波数 (Hz)	697	1	2	3	A
	770	4	5	6	B
	852	7	8	9	C
	941	*	0	#	D

図 1.1 DTMF 信号の構成

1

「電子機器組立て」職種 競技 II
(課題仕様書)

技能五輪 2013

2. 「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」の概要

2.1 機器の概要

図 2.1 に「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」の外観図を示します。

「LED 照明スタンド」は、LED を用いた可視光通信機能を有している照明スタンドです。DTMF 信号を PWM 変調して情報を送信しています。回路を搭載したメイン基板と LCD 表示器、照明用 LED を取り付けたサブ基板から構成されています。基板はシャーシに取り付けられており、シャーシはアクリル製のベースに取り付けられています。

「情報レシーバ」は、「LED 照明スタンド」からの光信号を受信し、復調します。受信したチャンネル番号に対応したメッセージを表示する機能や「LED 照明スタンド」から送信されたメッセージを本機の EEPROM に登録する機能を有しています。「情報レシーバ」は電池を搭載した 1 枚の基板で構成されており、持ち運びができます。

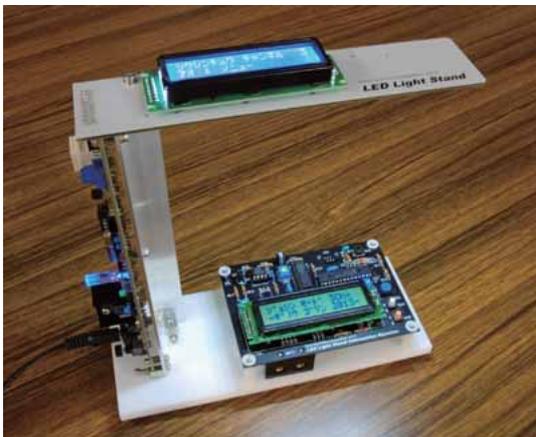


図 2.1 「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」外観

2

「電子機器組立て」職種 競技 II
(課題仕様書)

技能五輪 2013

2.2 回路の動作概要

(1) 「LED 照明スタンド」

「LED 照明スタンド」の回路ブロック図を図 2.2 に示します。

情報を送信するために、DTMF 信号を PIC で生成させています。生成された DTMF 信号は、PIC で PWM 変調し、RC2 端子から出力しています。その信号をスイッチング回路を通し、LED4 を点滅させています。DTMF 信号を送信していないときは、デューティ比 50% の PWM 信号を出力しています。

LED2, 3 は常時点灯している LED です。

表示装置には、16 桁×2 行の LCD 表示器を用いています。

「LED 照明スタンド」を操作するスイッチは、電源スイッチ、および PIC のリセットスイッチを含めて 5 つ設けてあります。

使用電源は 9V、1.3A の電源アダプタであり、三端子レギュレータで 5V に降圧した後、回路に供給しています。電源のオン、オフは FET スイッチを用いてソフトウェアで制御しています。

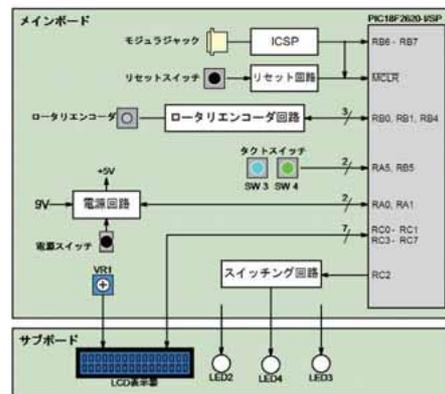


図 2.2 「LED 照明スタンド」の回路ブロック

3

「電子機器組立て」職種 競技 II
(課題仕様書)

技能五種 2013

(2) 「情報レシーバ」

「情報レシーバ」の回路ブロック図を図2.3に示します。
光信号を受信するセンサとして、シリコン PIN フォトダイオードを用いています。受信した光によって生じた光電流は、電流-電圧変換回路に通し、増幅回路で増幅します。この信号をDTMF レシーバIC (IC3: CM8870P) を用いて、DTMF 信号の復調を行います。DTMF レシーバIC はDTMF 信号に応じた、4ビットのデジタル信号を出力します。
出力されたデジタル信号をPIC に入力し、プログラム処理をして、受信情報の表示等を行います。
表示装置には、16桁×2行のLCD表示器を用いています。
「情報レシーバ」を操作するスイッチは、電源スイッチ、およびPICのリセットスイッチを含めて4つ設けてあります。
使用電源は006P型9Vのアルカリ乾電池であり、三端子レギュレータで5Vに降圧した後、回路に供給しています。電源のオン、オフはFETスイッチを用いてソフトウェアで制御しています。

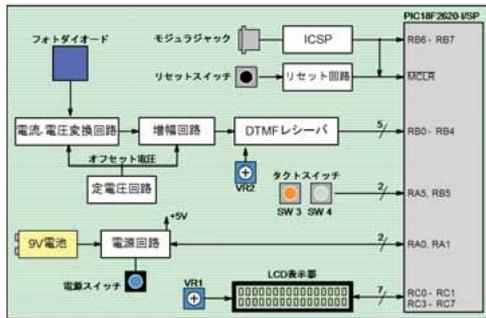


図 2.3 「情報レシーバ」の回路ブロック

4

「電子機器組立て」職種 競技Ⅱ (課題仕様書)

技能五種 2013

3. 動作仕様

3.1 「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」の動作仕様

(1) LED 照明スタンド
「LED 照明スタンド」の動作仕様を表3.1に示します。12種類のDTMF信号を生成し、DTMF信号をPWM変調して、LED4を点滅させています。DTMF信号を送信していないときは、デューティ比50%のPWM信号を送出しています。
チャンネル信号として使用するDTMF信号は、1~9です。
また、「LED 照明スタンド」には、「情報レシーバ」に登録するメッセージを入力、送出する機能を有しています。
なお、「LED 照明スタンド」の使用方法については、別添資料の「LED 照明スタンド取扱説明書」を参照してください。

表 3.1 「LED 照明スタンド」の動作仕様

項目	仕様
生成できるDTMF信号	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, *, 0, #
LED点灯方式	PWM (LED4のみ) 常時点灯 (LED2, LED3)
DTMF信号送信停止時の点灯方式	デューティ比50%のPWM (LED4のみ) 常時点灯 (LED2, LED3)
動作モード	チャンネル設定・送信モード メッセージ作成・登録モード テストモード
送信可能チャンネル数	9チャンネル
メッセージ送信可能文字数	16文字
メッセージ使用可能文字	アスキーコード 32~127 アスキーコード 161~254
メッセージ登録可能チャンネル	6チャンネル~9チャンネル
表示器	16列×2行LCD表示器 コントラスト調整機能付き
操作スイッチ	電源スイッチ (SW1) 青色スイッチ (SW3) 緑色スイッチ (SW4) ロタリエンコーダ (SW5) リセットスイッチ (SW2)
ICSP機能	6極モジュラジャックで接続
使用マイコンコンピュータ	PIC18F2620-4SP
使用電源	9V, 1.3A 電源アダプタ

5

「電子機器組立て」職種 競技Ⅱ (課題仕様書)

技能五種 2013

(2) 情報レシーバ

「情報レシーバ」の動作仕様を表3.2に示します。「LED 照明スタンド」からの12種類のDTMF信号を受信することができます。
チャンネル信号として使用するDTMF信号は1~9です。
また、「LED 照明スタンド」から送られてきたメッセージを受信し、PICのEEPROMに登録する機能を有しています。さらに、PICのEEPROMに登録されたメッセージの内容を確認したり、初期化したりするモードを備えています。
なお、「情報レシーバ」の使用方法については、別添資料の「情報レシーバ取扱説明書」を参照してください。

表 3.2 「情報レシーバ」の動作仕様

項目	仕様
受信可能DTMF信号	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, *, 0, #
動作モード	受信モード ロムリストモード ロムリセットモード テストモード
メッセージ登録可能文字数	16文字
メッセージ登録可能チャンネル	6, 7, 8, 9チャンネル
表示器	16列×2行LCD表示器 コントラスト調整機能付き
操作スイッチ	電源スイッチ (SW1) 青色スイッチ (SW3) 白色スイッチ (SW4) リセットスイッチ (SW2)
ICSP機能	6極モジュラジャックで接続
使用マイコンコンピュータ	PIC18F2620-4SP
使用センサ	シリコン PIN フォトダイオード (S6775)
使用電源	006P型9Vアルカリ乾電池

3.2 「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」の回路

上記「3.1 「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」の動作仕様」で示した仕様を満たす回路の回路図を別添資料の「LED 照明スタンド メインボード回路図」、「LED 照明スタンド サブボード回路図」、および「情報レシーバ 回路図」に示します。この回路図をもとに作成した、プリント配線板の図面を別添資料の「LED 照明スタンド メインボード部品配置図」、「LED 照明スタンド サブボード部品配置図」、および「情報レシーバ部品配置図」に示します。また、「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」を構成している部品、材料の部品表を別添資料の「LED 照明スタンド 部品表」、および「情報レシーバ 部品表」に示します。

6

「電子機器組立て」職種 競技Ⅱ (課題仕様書)

技能五種 2013

3.3 「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」のプログラム

(1) LED 照明スタンド
「LED 照明スタンド」の動作モードは、チャンネル設定・送信モード、メッセージ作成・登録モード、およびテストモードの三つです。「LED 照明スタンド」の状態遷移図を図3.1に示します。

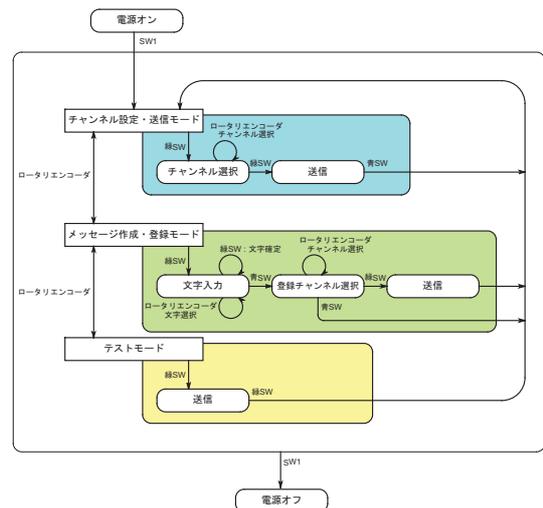


図 3.1 「LED 照明スタンド」の状態遷移図

7

「電子機器組立て」職種 競技Ⅱ (課題仕様書)

各動作モードの動作概要は以下の通りです。なお、「LED 照明スタンド」の各動作モードの詳細機能については、別添資料の「LED 照明スタンド 取扱説明書」を参照してください。

- (1) チャンネル設定・送信モード
チャンネル番号を設定し、チャンネル番号に対応した DTMF 信号を送信するモードです。ロータリエンコーダでチャンネルの選択を行います。
- (2) メッセージ作成・登録モード
「情報レシーバ」にメッセージを登録するモードです。本モードでは、16 文字以内のメッセージを入力した後、指定するチャンネルにメッセージを「情報レシーバ」に登録します。登録したメッセージは「情報レシーバ」の EEPROM に保存されます。
ロータリエンコーダで文字の選択やチャンネルの選択を行います。
- (3) テストモード
1～9, *, 0, #の DTMF 信号を連続して送信します。

「LED 照明スタンド」からの送信信号は、DTMF 信号と送信停止を断続的に繰り返します。例えば、チャンネル設定・送信モードで、チャンネル番号 1 に対応する DTMF 信号を送信した場合、以下のような動作をします。

[DTMF 信号 1], [送信停止], [DTMF 信号 1], [送信停止], [DTMF 信号 1], [送信停止], . . .

表 3.3 に「LED 照明スタンド」から送出される DTMF 信号とチャンネル番号との対応を示します。

表 3.3 チャンネル番号と DTMF 信号との対応

チャンネル番号	DTMF 信号
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

また、メッセージ登録時に「LED 照明スタンド」から送出される DTMF 信号のフォーマットを表 3.4 に示します。なお、16 文字に満たないメッセージを送出したときは、残りの文字は、スペースが送出されます。

表 3.4 メッセージ登録時の DTMF 信号のフォーマット

送出 DTMF 信号
**[チャンネル番号][10進3桁アスキーコード]
#[10進3桁アスキーコード]#[10進3桁アスキーコード] . . . #[10進3桁アスキーコード]#
・先頭の**は登録メッセージ送信開始の記号
・最後の##は登録メッセージ終了の記号
・#はアスキーコードの先頭記号

例えば、7チャンネルに ABCDEabcde7 (15文字) を登録する場合は、

**7#065#066#067#068#069#097#098#099#100#101#177#178#179#180#032##

が送出されます。

(2) 情報レシーバ

「情報レシーバ」の動作モードは、受信モード、ロムリストモード、ロムリセットモード、およびテストモードの四つです。「情報レシーバ」の状態遷移図を図 3.2 に示します。

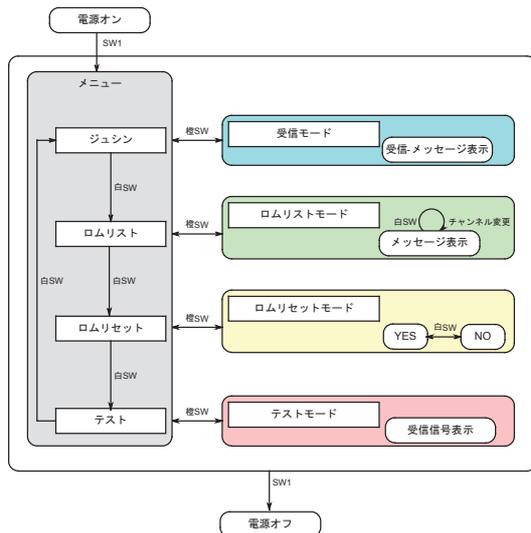


図 3.2 「情報レシーバ」の状態遷移図

各動作モードの動作概要は以下の通りです。なお、「情報レシーバ」の各動作モードの詳細機能については、別添資料の「情報レシーバ 取扱説明書」を参照してください。

- (1) 受信モード
「LED ライトスタンド」からの DTMF 信号を受信し、EEPROM に登録されているメッセージの表示、およびメッセージの登録を行うモードです。

(2) ロムリストモード

「情報レシーバ」に登録されているメッセージを確認するモードです。EEPROM に記録されている内容を LCD 表示器に表示します。

(3) ロムリセットモード

「情報レシーバ」に登録されているメッセージを初期化するモードです。EEPROM に記録されている内容を初期値に戻します。

(4) テストモード

受信している DTMF 信号 (1～9, *, 0, #) を表示します。

「LCD 照明スタンド」、および「情報レシーバ」が上記の動作をするための PIC18F2620-I/SP の C 言語プログラムソースファイルの名前は、それぞれ "light_stand_00name.c"、および "receiver_00name.c" です。

なお、「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」では、LCD モジュールの表示、制御を行うために、LCD モジュール用ライブラリ "lcdlib_c18_v041.h" と "lcdlib_c18_v041.c" を使用します。

これらのファイルは、サーバ上に競技 II "source.zip" のファイル名で保存されていますので、必要に応じてダウンロードしてください。

ここで使用する LCD モジュール用ライブラリの関数の使用方法は、[公表 2](#) 資料 (6) 「LCD モジュール用ライブラリの利用の手引き」に記載されている内容と同じです。ただし、「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」における LCD モジュールと PIC との接続を表 3.4 に示します。これに対応するように "lcdlib_c18_v04.h" と "lcdlib_c18_v04.c" の内容を書き換えています。

表 3.4 LCD モジュールと PIC の接続

LCD モジュール	PIC ポート
RS (Register Select)	RC0
R/W (Read / Write)	RC1
E (Enable)	RC3
Data Line D4	RC4
Data Line D5	RC5
Data Line D6	RC6
Data Line D7	RC7

技能五種 2013

4. 修理課題

4.1 「LED 照明スタンド」および「情報レシーバ」の修理・改修

「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」には、全体で故意に 2 箇所の障害を設けてあります。このため、「3. 動作仕様」で示した仕様を満たす動作をしません。障害箇所を発見し、動作仕様を満たすように最も適切な修理・改修を行いなさい。
なお、配布された「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」の半固定抵抗器が調整されていないことは、障害ではありません。必要に応じて、調整を行いなさい。
また、LCD モジュール用ライブラリ「ledlib_c18_v041.h」、および「ledlib_c18_v041.c」には障害はないものとします。

- (1) 修理・改修の際の注意事項
 - (a) 修理・改修を行う際、修理・改修箇所の発見、修理・改修のために回路基板のパターン切断、接続、再接続を行うことを認めます。
 - (b) 修理・改修を行う際、修理・改修箇所の発見のために、配布したプログラムの修理・改修箇所以外の追加、変更することを認めます。ただし、提出する際の PIC への書き込みプログラム、C 言語プログラムソース（ファイル）では、必要のない部分を消去するか、コメントアウトしてください。消去、コメントアウトしないことによるソフトウェアの不具合は、採点対象とします。
- (2) 部品支給の際の注意事項
 - (a) 別添資料の「LED 照明スタンド 部品表」、および「情報レシーバ 部品表」の支給可能部品欄に「○」が示されている部品だけを支給対象とします。それ以外の部品、材料は支給できません。
 - (b) 部品の支給を希望する場合には、サーバで配付した「部品請求用紙」に機器の種類、部品記号、品名、定格・形式、数量を各自の競技エリアで記入した上で、その「部品請求用紙」を持参の上、指定した部品支給場所まで取りに来てください。その際、挙手、発声等の動作は必要ありません。
 - (c) 支給を受けた部品は、部品支給場所で確認を行い、誤支給、破損品の場合はその場で申し出てください。競技エリアに戻ってからの誤支給、破損品の申し出は再支給扱いとします。
 - (d) 部品の支給順番は、部品支給場所に到着した順番とします。支給希望者が複数いる場合は、一列に整列し、順番を待ってください。
 - (e) 支給可能部品については、配布できる数量に限度があります。配布可能限度を超えた場合は、支給しません。

4.2 「修理作業報告書」の作成

障害の種類、障害が生じている機器、障害の状況、障害の原因、および修理・改修方法をサーバで配布した「修理作業報告書」に記述しなさい。
「修理作業報告書」は、配付した用紙に手書きで記入するか、またはワードプロセッサ等を用いて作成し、印刷してください。
ソフトウェアの修理・改修については、修理・改修した C 言語プログラムソースリストを印刷し、修理・改修した部分にマーカーでアンダラインを引いた上で、「修理作

12

「電子機器組立て」職種 競技 II
(課題仕様書)

技能五種 2013

業報告書」を表紙にして、用紙の左上をステープラで止めてください。提出するソースリストは、修理・改修したページのみにしてください。
修理・改修した C 言語プログラムソースのファイル名は、以下の要領にしたがって付け直してください。

「LED 照明スタンド」のプログラムソース
light_stand_00name.c 00 は競技者番号に、name はローマ字苗字に変更。
light_stand_99chiba.c 例：競技者番号 99 番千葉選手の場合のファイル名

「情報レシーバ」のプログラムソース
receiver_00name.c 00 は競技者番号に、name はローマ字苗字に変更。
receiver_99chiba.c 例：競技者番号 99 番千葉選手の場合のファイル名

4.3 「LED 照明スタンド」および「情報レシーバ」の調整、校正

修理・改修完了後、別添資料「LED 照明スタンド 取扱説明書」、および「情報レシーバ 取扱説明書」を参照して、調整を行いなさい。

4.4 「LED 照明スタンド」および「情報レシーバ」の動作確認

「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」の修理・改修完了後、取扱説明書を参考にして、以下の内容について確認、登録しなさい。

- (1) 「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」の電源が正常にオン、オフできる。
- (2) 「LED 照明スタンド」のチャンネル設定・送信モードでチャンネル 1~チャンネル 9 に設定したとき、「情報レシーバ」の受信モードで、正常にメッセージが表示できる。
- (3) 「LED 照明スタンド」をテストモードにしたとき、「情報レシーバ」のテストモードで、DTMF 信号が正常に受信できる。
- (4) 「LED 照明スタンド」のメッセージ作成・登録モードを用いて、「情報レシーバ」のチャンネル 9 に自分の名前をカタカナで登録する。

13

「電子機器組立て」職種 競技 II
(課題仕様書)

技能五種 2013

5. 測定課題

5.1 波形観測課題

「LED 照明スタンド」が DTMF 信号を送信していない状態において、以下の測定を行いなさい。結果は、サーバで配布した「測定シート 1」に記入しなさい。また、観測結果を評価する上で必要な情報を、あわせて記載しなさい。

- (1) 「LED 照明スタンド」の TR3 のベース電圧波形、および TR4 のコレクタ電圧波形を同時に観測しなさい。
- (2) 波形観測結果から PWM 信号の周期、および PWM 信号のデューティ比を求めなさい。

5.2 周期観測課題

「情報レシーバ」を受信モードにして、「LED 照明スタンド」からの DTMF 信号を受信しているとき、「情報レシーバ」の LCD 表示器に表示された受信確認マーク「*」が点滅します（「情報レシーバ 取扱説明書」参照）。この点滅周期を求めるために以下の問いに答えなさい。結果は、サーバで配布した「測定シート 2」に記入しなさい。また、観測結果を評価する上で必要な情報を、あわせて記載しなさい。

- (1) 点滅周期を求めるために、「情報レシーバ」回路の適切な部分の電圧波形を観測しなさい。
- (2) 上記の波形観測結果と「情報レシーバ」のプログラムソースを参考にして、点滅周期を求めなさい。

5.3 波形推定課題

「LED 照明スタンド」で生成している DTMF 信号について、C 言語プログラムソースを参考にして以下の問いに答えなさい。結果は、サーバで配布した「測定シート 3」に記入しなさい。

- (1) DTMF 信号 5 について、生成開始（1 番目）から 30 番目までの振幅値をプロットしなさい。
- (2) DTMF 信号 5 について、生成開始後 2013 番目の振幅値を求めなさい。

14

「電子機器組立て」職種 競技 II
(課題仕様書)

技能五種 2013

6. 提出仕様

6.1 提出準備

修理課題、ドキュメント類、および USB メモリの提出準備は、以下の記載事項にしたがって行ってください。

- (1) 修理課題（「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」）
「LED 照明スタンド」、および「情報レシーバ」の提出状態は、以下の通りとしてください。
なお、下記の提出準備は、競技時間内に行ってください。競技時間前、および終了後には、一切の作業はできません（スイッチの操作、半固定抵抗器の状態変更、ねじ類、および部品等の脱着、はんだ付け作業、プログラムの書き込み、プローブ、モジュラージャック等の脱着、修理課題の移動、荷札の取り付けなど）。

「LED 照明スタンド」

- 電源： オフ
- 電源アダプタをはずした状態
- 回路基板、シャーシ、ベース： 配布したときの組み立て状態
- ねじ、平座金、ばね座金、スベアサ類： 配布したときの組み立て状態
- IC2、IC3： 正しく装着した状態
- 半固定抵抗器（VR1）： LCD 表示器の表示が適切に見える状態
- プログラム： 修理・改修したプログラムを書き込んだ状態
- ICSP コネクタ（CN2）： 何も接続していない状態
- プローブ等： 測定器等のプローブ等を接続していない状態
- 「LED 照明スタンド」： 束線板の上に載せた状態
- 荷札： 競技者番号、名前を書き、メイン基板の右下のスベアサに取り付けた状態

「情報レシーバ」

- 電源： オフ
- 電池（BAT1）： 正しく装着した状態
- 回路基板： 配布したときの組み立て状態
- ねじ、平座金、ばね座金、スベアサ類： 配布したときの組み立て状態
- LCD モジュール（LCD1）： 正しく装着した状態
- IC2、IC3、IC4： 正しく装着した状態
- 半固定抵抗器（VR1）： LCD 表示器の表示が適切に見える状態
- 半固定抵抗器（VR2）： 取扱説明書で指定された状態
- プログラム： 修理・改修したプログラムを書き込んだ状態
- EEPROM の記録内容： 指定されたメッセージを書き込んだ状態
- ICSP コネクタ（CN1）： 何も接続していない状態
- プローブ等： 測定器等のプローブ等を接続していない状態
- 「情報レシーバ」： プラスチックケースに収納し、束線板の上に載せた状態
- 荷札： 競技者番号、名前を書き、右手前のスベアサに取り付けた状態

15

「電子機器組立て」職種 競技 II
(課題仕様書)

<注意事項>

- 競技委員、競技補佐員が修理課題の回収に支障をきたす場合で、プローブ、モジュラジャック等の取り外し、東線板上への修理課題の搭載、荷札の取り付け等に関して、競技時間終了後に修理課題に対する作業を行う場合は、競技委員、競技補佐員の確認の下で行ってください。この場合、提出状態を満たしていないと判断します。
- 修理課題の動作確認は提出された状態でを行います。

(2) 「課題提出用封筒」に入れるドキュメント等

- 修理作業報告書
- 修理・改修した部分の C 言語プログラムソースリスト
- 測定シート 1, 測定シート 2, および測定シート 3
- 部品請求用紙
- USB メモリ 1 個

<注意事項>

- 課題提出用封筒は作業台上に置いてください。
- 課題提出用封筒に入れたドキュメント等だけを、採点対象とします。
- 解答していない課題についても提出してください。
- 上記のものが入っていない場合、および上記以外のものが入っていた場合は、提出状態を満たしていないと判断します。

(3) 「配布&回収用封筒」に入れるドキュメント等

- 競技 II 課題仕様書
- 競技 II 別添資料 一式
- 余った部品、材料、取り外した部品（もしある場合）

<注意事項>

- 配布&回収用封筒は作業台上に置いてください。
- 配布&回収用封筒に入れたドキュメント等は、採点対象としません。
- 上記のものが入っていない場合、および上記以外のものが入っていた場合は、提出状態を満たしていないと判断します。

<注意事項>

- 競技委員、競技補佐員が修理課題の回収に支障をきたす場合で、プローブ、モジュラジャック等の取り外し、東線板上への修理課題の搭載、荷札の取り付け等に関して、競技時間終了後に修理課題に対する作業を行う場合は、競技委員、競技補佐員の確認の下で行ってください。この場合、提出状態を満たしていないと判断します。
- 修理課題の動作確認は提出された状態でを行います。

(2) 「課題提出用封筒」に入れるドキュメント等

- 修理作業報告書
- 修理・改修した部分の C 言語プログラムソースリスト
- 測定シート 1, 測定シート 2, および測定シート 3
- 部品請求用紙
- USB メモリ 1 個

<注意事項>

- 課題提出用封筒は作業台上に置いてください。
- 課題提出用封筒に入れたドキュメント等だけを、採点対象とします。
- 解答していない課題についても提出してください。
- 上記のものが入っていない場合、および上記以外のものが入っていた場合は、提出状態を満たしていないと判断します。

(3) 「配布&回収用封筒」に入れるドキュメント等

- 競技 II 課題仕様書
- 競技 II 別添資料 一式
- 余った部品、材料、取り外した部品（もしある場合）

<注意事項>

- 配布&回収用封筒は作業台上に置いてください。
- 配布&回収用封筒に入れたドキュメント等は、採点対象としません。
- 上記のものが入っていない場合、および上記以外のものが入っていた場合は、提出状態を満たしていないと判断します。

7. 注意事項

7.1 質問

- (1) 質問がある場合は、挙手、「はい」の発声をし、競技委員、競技補佐員の到着を待ってください。
- (2) 配付したドキュメント、資料に明確に記述されている事項、競技開始前に明確に説明した事項、掲示板に明確に掲載されている事項に関する質問には回答することはできません。
- (3) 使用コンピュータ、MPLAB X IDE、および C18 コンパイラをはじめとする搭載ソフトウェアの不具合、使用方法に関する質問には回答できません。
- (4) 質問に対する回答が即座にできない内容に関しては、競技委員の間で協議の上、回答します。

7.2 資料, データシート

- (1) 別添資料の「LCD 照明スタンド 部品表」、および「情報レシーバ 部品表」のデータシート欄に「○」がついている部品類の資料、データシート等は、サーバ上の datashet.zip に PDF 形式で保存されています。これらの資料、データシート等の閲覧することを認めます。

第51回技能五輪全国大会
「電子機器組立て」職種

競技 II

「LED 照明スタンド」取扱説明書

第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

1. 機能

1.1 各部の名称と機能

図1に「LED照明スタンド」の写真と各部の名称を示します。本機は、LEDを用いた可視光通信機能を有している照明スタンドです。DTMF信号をPWM変調して情報を送信しています。

本機で送信した情報を受信するためには、「情報レシーバ」を用います。



図1 「LED照明スタンド」外観

1

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

「LED照明スタンド」の各部の機能は、以下の通りです。

- (1) 電源スイッチ (SW1)： 電源のオン、オフを切り替えます。
- (2) 青色スイッチ (SW3)： 「LED照明スタンド」を操作するためのスイッチです。
- (3) 緑色スイッチ (SW4)： 「LED照明スタンド」を操作するためのスイッチです。
- (4) ロータリエンコーダ (SW5)： 「LED照明スタンド」を操作するためのつまみです。本機がDTMF信号を送信している状態のとき、つまみのLEDが点灯します。
- (5) リセットスイッチ (SW2)： PICをリセットするためのスイッチです。
- (6) 電源コネクタ： 9V、1.3Aの電源アダプタを接続するコネクタです。
- (7) モジュラージャック： PICにプログラムを書き込むために使用します。マイコンチップ社のICD3、またはPICKit3を接続するためのジャックです。
- (8) LED1： 電源がオンの場合、点灯します。
- (9) LCD表示器： 現在の状態、および操作に対する指示等を表示します。
- (10) LED2, 3： 照明用LEDです。
- (11) LED4： 情報を送信するとともに、照明として使用するLEDです。
- (12) 半固定抵抗器 VR1： LCD表示器のコントラストを調整します。

2. 注意事項

2.1 一般使用における注意事項

- (1) 使用する前に、電源アダプタを電源コネクタに取り付けてください。
- (2) 電源アダプタは指定されたものを使用してください。
- (3) 照明用LEDを直視しないでください。目を痛める原因となります。
- (4) 平らな安定している場所に設置してください。
- (5) 連続使用すると、ヒートシンクの温度が上昇しますが、故障ではありません。

2.2 修理・改修上の注意事項

修理・改修完了後に、「LED照明スタンド」の調整を行ってください。

3. 回路の調整

3.1 調整手順

「LED照明スタンド」のLCD表示器の表示が適切に見えるように、半固定抵抗器VR1を調整してください。通常、調整は一度行えば、再度調整の必要はありません。

2

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

4. 電源のオン、オフ

4.1 電源のオン

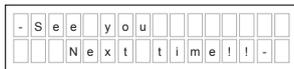
電源スイッチを押し、LED1が点灯したら電源スイッチから手を離してください。電源がオンになります。その際、LCD表示器には以下の画面が表示されます。その後、LCD表示器に操作画面が表示され、メニュー選択状態になります。



なお、電源投入後、照明用LEDの一部が一瞬消灯しますが、故障ではありません。

4.2 電源のオフ

電源スイッチを押ししてください。LED1が消灯し、LCD表示器には以下のメッセージが表示された後、電源がオフになります。



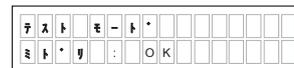
3

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

5. メニュー選択状態

LCD表示器に以下のいずれかの表示がされているときに、メニュー選択状態です。ロータリエンコーダで、モードを選択することができます。



4

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

6. チャンネル設定・送信モード

6.1 概要

チャンネル (チャンネル1~チャンネル9) を設定し、チャンネルに対応した DTMF 信号を LED から送信するモードです。

6.2 操作方法

メニュー選択状態からロータリエンコーダつまみを回し、LCD 表示器に以下のようなチャンネル設定・送信画面を表示させます。



緑色スイッチを押すと、LCD 表示器に以下のようなチャンネル選択画面が表示されます。画面の X の部分は、現在選択されているチャンネル番号です。



ロータリエンコーダつまみを回すと、チャンネル番号が変わります。希望するチャンネル番号を選択してください。選択できるチャンネルは、チャンネル1~チャンネル9の範囲です。

選択後、緑色スイッチを押すと、LCD 表示器に以下のような送信中画面が表示され、チャンネル番号に対応した DTMF 信号の送信を開始します。画面の X の部分は、現在送信しているチャンネル番号です。DTMF 信号の送信中は、ロータリエンコーダつまみの LED が点灯します。

「情報レシーバ」を受信モードにすると、チャンネル番号に対応したメッセージが「情報レシーバ」に表示されます。



青色スイッチを押すと、送信を停止して、メニュー選択状態に戻ります。その際、ロータリエンコーダつまみの LED が消灯します。

5

競技 II
(別添資料 取扱説明書)

7. メッセージ作成・登録モード

7.1 概要

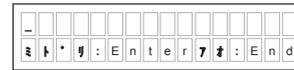
メッセージを作成し、「情報レシーバ」にメッセージを登録するモードです。本モードでは、16文字以内メッセージを入力した後、「情報レシーバ」の指定するチャンネルに入力したメッセージを登録します。

7.2 操作方法

メニュー選択状態からロータリエンコーダつまみを回し、LCD 表示器に以下のようなメッセージ作成・登録画面を表示させます。



緑色スイッチを押すと、LCD 表示器に以下のようなメッセージ入力画面が表示されます。画面の1行目がメッセージ入力部分です。



ロータリエンコーダつまみを回して、入力する文字を選択してください。入力できる文字は、英数字 (アスキーコード32~127)、カタカナ (アスキーコード161~254) です。選択した文字を確定する場合には、緑色スイッチを押してください。文字が入力されるとともに、カーソルが一桁右に移動します。

最大16文字まで入力できます。16文字全てを入力する必要はありません。16文字に満たない部分は、自動的にスペース (アスキーコード32) が入力されます。



確定した入力文字を削除したい場合は、「■」(アスキーコード255) を選択して、緑色スイッチを押してください。現在のカーソルの左の1文字が削除されるとともに、カーソルが一桁左に移動します。



6

競技 II
(別添資料 取扱説明書)

入力が終了したら、青色スイッチを押してください。LCD 表示器に以下のような登録チャンネル設定画面が表示されます。画面の X の部分は、メッセージを登録するチャンネル番号です。



ロータリエンコーダつまみを回すと、チャンネル番号が変わります。希望する登録チャンネル番号を選択してください。選択できるチャンネルはチャンネル6~チャンネル9の範囲です。

登録チャンネル選択後、緑色スイッチを押すと、LCD 表示器に以下のような登録中画面が表示され、指定したチャンネルに登録メッセージが送信されます。画面の X の部分は、メッセージを登録しているチャンネル番号です。2行目には、現在送信している文字が表示されます。登録中はロータリエンコーダつまみの LED が点灯します。メッセージの登録を中止したい場合は青色スイッチを押してください。



16文字の送信が終了すると、送信を停止して、メニュー選択状態に戻ります。その際、ロータリエンコーダつまみの LED が消灯します。

7

競技 II
(別添資料 取扱説明書)

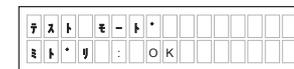
8. テストモード

8.1 概要

「LED 照明スタンド」の動作状況を確認するため、全種類の DTMF 信号を連続して送信します。

8.2 操作方法

メニュー選択状態からロータリエンコーダつまみを回し、LCD 表示器に以下のようなテストモード画面を表示させます。



緑色スイッチを押すと、DTMF 信号が送信され、LCD 表示器に以下のようなテストモード送信画面が表示されます。画面の X の部分は送信している DTMF 信号を表しています。DTMF 信号の送信中は、ロータリエンコーダつまみの LED が点灯します。

送信する DTMF 信号は、「1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, *, 0, #」の順で繰り返します。それぞれの DTMF 信号は4回ずつ送信しています。

「情報レシーバ」のテストモードで、送信している信号を確認することができます。



緑色スイッチを長押しすると、信号の送信を停止して、メニュー選択状態に戻ります。その際、ロータリエンコーダつまみの LED が消灯します。

8

競技 II
(別添資料 取扱説明書)

第51回技能五輪全国大会 「電子機器組立て」職種

競技Ⅱ

「情報レシーバ」取扱説明書

第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

1. 機能

1.1 各部の名称と機能

図1に「情報レシーバ」の写真と各部の名称を示します。本機は「LED照明スタンド」と組み合わせて使用します。「LED照明スタンド」から送信されるPWM変調されたDTMF光信号を受信し、復調します。受信したDTMF信号(チャンネル番号)に対応したメッセージを表示する機能や「LED照明スタンド」から送信されたメッセージを本機のEEPROMに登録する機能を有しています。



図1 「情報レシーバ」外観

「情報レシーバ」の各部の機能は、以下の通りです。

- (1) 電源スイッチ (SW1): 電源のオン、オフを切り替えます。
- (2) 橙色スイッチ (SW3): 「情報レシーバ」を操作するためのスイッチです。
- (3) 白色スイッチ (SW4): 「情報レシーバ」を操作するためのスイッチです。
- (4) リセットスイッチ (SW2): 「情報レシーバ」のPICをリセットするためのスイッチです。
- (5) LCD表示器: メッセージ、現在の状態、および操作に対する指示等を表示します。
- (6) モジュラジャック: PICにプログラムを書き込むために使用します。マイク

1

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

- ロテック社のICD3、またはPICkit3を接続するためのジャックです。
- (7) 電池ボックス: 006P型9Vアルカリ乾電池を取り付ける部分です。
 - (8) 半固定抵抗器 (VR1): LCD表示器のコントラストを調整します。
 - (9) 半固定抵抗器 (VR2): 受信感度を調整します。

2. 注意事項

2.1 一般使用における注意事項

- (1) 使用する前に電池を正しく電池ボックスに取り付けてください。
- (2) 電池は指定されたものを使用してください。
- (3) 電池の極性を誤って接続すると回路破損の原因となります。
- (4) 「LED照明スタンド」以外の光が「情報レシーバ」に照射されると、信号が正しく受信できない場合があります。その場合は、「LED照明スタンド」以外の照明を消すか、「LED照明スタンド」を他の照明から離して設置してください。

2.2 修理・改修上の注意事項

- (1) ICSP機能を用いてプログラムを書き換えると、EEPROMの内容が書き換わる場合があります。
- (2) 修理・改修完了後に、「情報レシーバ」の調整を行ってください。

2

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

3. 回路の調整

3.1 調整手順

「情報レシーバ」の調整手順を、以下に示します。通常、調整は一度行えば、再度調整の必要はありません。

- (1) LCD表示器の表示が適切に見えるように、半固定抵抗器VR1を調整してください。
- (2) 図2に示すように、「情報レシーバ」を設置したとき、「情報レシーバ」の受信モードで、信号が受信できる(受信確認マークが点滅する)ように半固定抵抗器VR2を調整してください(受信モードについては5ページ参照)。



図2 調整時の「情報レシーバ」の配置

3

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

4. 電源のオン、オフ

4.1 電源のオン

電源スイッチを押し、LCD表示器に以下の画面が表示されたら、電源スイッチから手を離してください。電源がオンになります。その後、メニュー画面が表示されます。



4.2 電源のオフ

電源スイッチを押し、LCD表示器に以下の画面が表示されたら、電源スイッチから手を離してください。電源がオフになります。



4

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

5. 受信モード

5.1 概要

「LED照明スタンド」からのDTMF信号を受信し、EEPROMに登録されているメッセージの表示、およびメッセージの登録を行うモードです。

5.2 操作方法

以下に示すLCD表示器のメニュー表示で、白色スイッチを押し、“*”マークで受信モードを選択します。



橙色スイッチを押すと受信モードになり、LCD表示器に以下のように表示されます。



このとき、「LED照明スタンド」からのチャンネル信号を受信すると、LCD表示器に以下のように表示されます。画面のXの部分は、受信したチャンネル番号であり、「YYYYYYYYYYYYYYYY」は、「情報レシーバ」に登録されているチャンネル番号に対応するメッセージです。チャンネル番号の後の“*”はDTMF信号を受信するごとに点滅する受信確認マークです。



(注意) 「LED照明スタンド」以外の照明が近くにあると、信号を受信できない場合があります。その場合は、「LED照明スタンド」以外の照明が「情報レシーバ」に照射されないようにしてください。

「情報レシーバ」を「LED照明スタンド」から離し、信号を受信しなくなると、約10秒後にチャンネル番号、メッセージ、および受信確認マークが消去され、LCD表示器に以下のように表示されます。



5

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

「LED照明スタンド」から登録メッセージが送信されると、「情報レシーバ」のLCD表示器に以下のように表示されます。Xは登録チャンネルを表しています。また、2行目は現在受信しているメッセージを表示しています。



メッセージ受信した後、メッセージをEEPROMに記録し、受信モードに戻ります。

(注意) メッセージを確実に受信するために、メッセージ受信の際は、できる限り「LED照明スタンド」の近くに「情報レシーバ」を設置してください。また、「LED照明スタンド」以外の照明が「情報レシーバ」に照射されないようにしてください。

本機は、エラー訂正を行っていません。メッセージ登録の不具合によって、「情報レシーバ」の動作が不安定になったときは、リセットスイッチを押してください。

受信モードからメニューに戻るには、橙色スイッチを押します。

6

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

6. ロムリストモード

6.1 概要

「情報レシーバ」に登録されているメッセージを確認するモードです。EEPROMに登録されている内容をLCD表示器に表示します。

6.2 操作方法

以下に示すLCD表示器のメニュー表示で、白色スイッチを押し、“*”マークで受信モードを選択します。



橙色スイッチを押すとロムリストモードになり、LCD表示器に以下のように表示されます。画面の“X”の部分は、チャンネル番号であり、“YYYYYYYYYYYYYYYY”は、チャンネル番号に対応する登録メッセージです。



白色スイッチを押すごとに、チャンネル番号が変化します。ロムリストモードからメニューに戻るには、橙色スイッチを押します。

7

競技Ⅱ
(別添資料 取扱説明書)

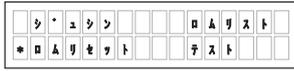
7. ロムリセットモード

7.1 概要

「情報レシーバ」に登録されているメッセージを初期化するモードです。EEPROMに記録されている内容を初期値に戻します。6チャンネルから9チャンネルに登録されているメッセージは消去され、初期状態に戻ります。

7.2 操作方法

以下に示すLCD表示器のメニュー表示で、白色スイッチを押し、「*」マークでロムリセットモードを選択します。



橙色スイッチを押すとロムリセットモードになり、LCD表示器に以下のように表示されます。



白色スイッチを押し、「*」マークで初期化する (Yes)、または初期化しない (No) を選択します。

橙色スイッチを押すと選択した操作を実行し、メニュー画面に戻ります。

(注意)

登録されているメッセージの初期値は以下の通りです。

- チャンネル1: わっ! (<'0') /
- チャンネル2: コン! q(`v')P
- チャンネル3: コン! (`-') ..
- チャンネル4: ア! (*'u'*)
- チャンネル5: コン! (-o-)^^
- チャンネル6: 6666666666666666
- チャンネル7: 7777777777777777
- チャンネル8: 8888888888888888
- チャンネル9: 9999999999999999

8. テストモード

8.1 概要

受信しているDTMF信号の表示を行います。

8.2 操作方法

以下に示すLCD表示器のメニュー表示で、白色スイッチを押し、「*」マークでテストモードを選択します。



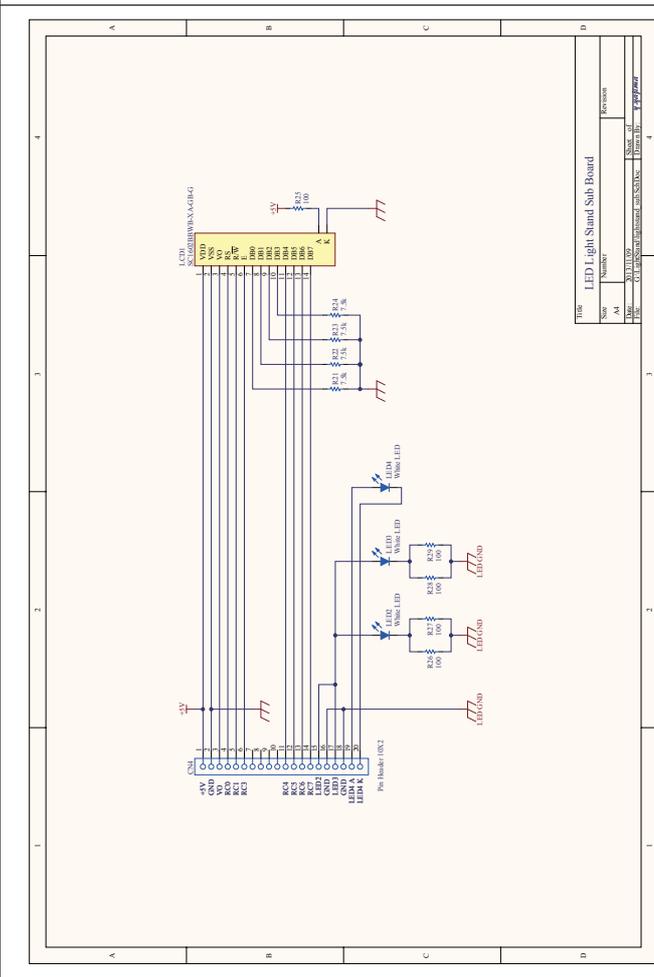
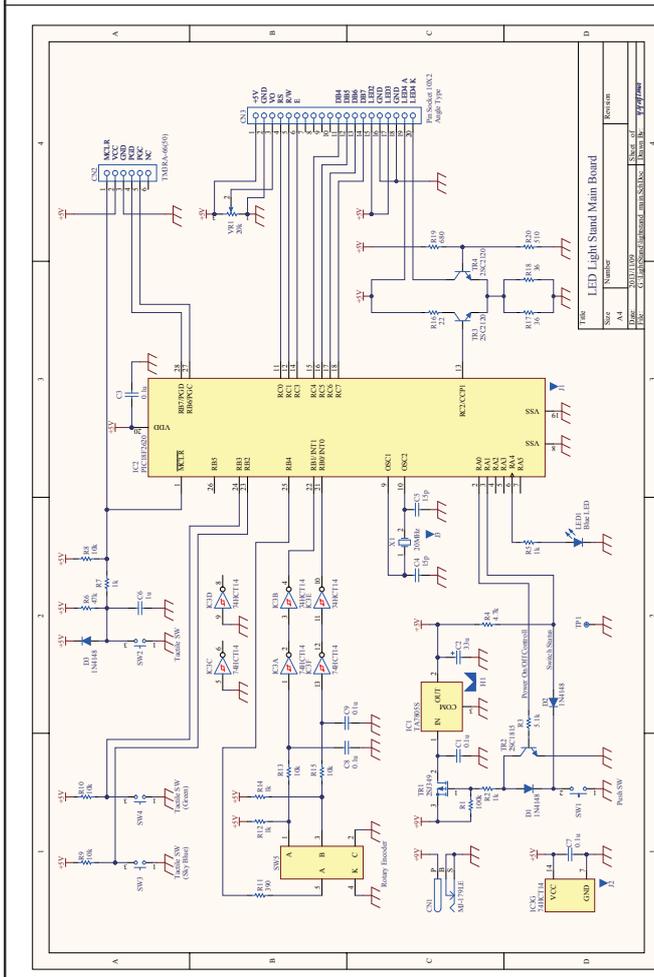
橙色スイッチを押すとテストモードになり、LCD表示器に以下のように表示されます。



「LED照明スタンド」からのDTMF信号を受信すると、「情報レシーバ」のLCD表示器に以下のように表示されます。2行目の「YYYYZZZ」は、受信しているDTMF信号を表示しています。



テストモードからメニューに戻るには、橙色スイッチを押します



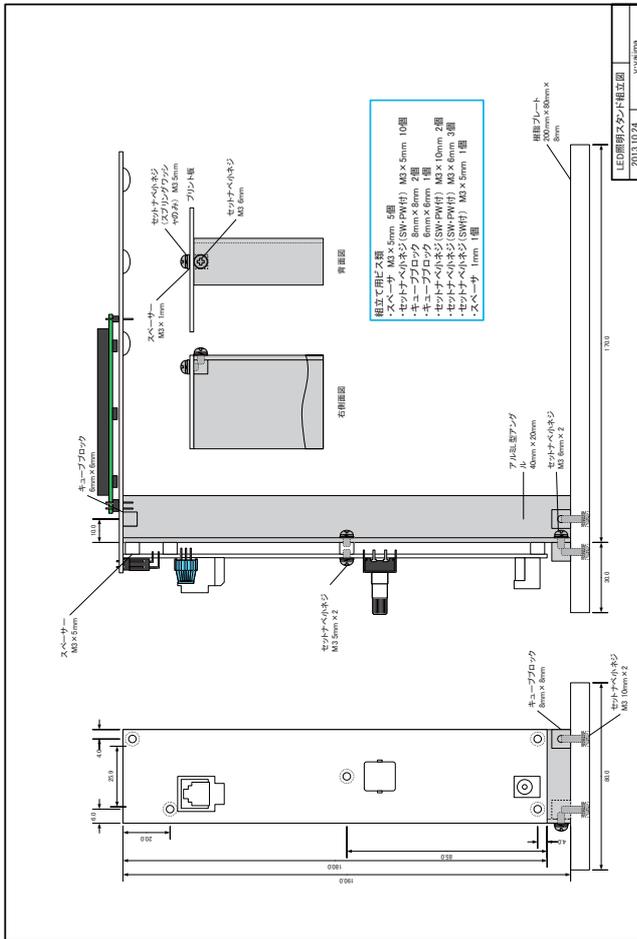
第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

LED照明スタンド 部品表

部品記号	品名	形状	実務・形式	製造会社	数量	備考	支給可 部品	データ シート
メカ部								
K1	三端子半電流・フルブリッジ EV 1A	円形	TAW055	東芝セミコンダクタ	1		○	○
H1	発熱部(ヒートシンク) 21×17×25mm		1790204-01025	グローバル電子	1		×	○
	高耐久ホトネジ M3 6mm		B-0306	藤井計器	1		×	×
K2	ICマウント	9mm 9P	PC18P202P-1SP	Microchip Technology	1		○	○
K3	Hex Inverters (Schmitt Trigger)	16mm 9P	CD74HC14E	Texas Instruments	1		○	○
X1	本品発振子(クオartz)	20MHz 1HC-493	HR35	Monroy Electronic	1		○	○
X2	パワーMOS FET 60V 20A	円形	2S149	東芝セミコンダクタ	1		○	○
TR2	汎用トランジスタ	円形	2SC1815GR	東芝セミコンダクタ	1		○	○
TR3, TR4	汎用トランジスタ	円形	2SC2120V	東芝セミコンダクタ	2		○	○
D1-D3	汎用小信号高速スイッチングダイオード	円形	1N4148	Fairchild Semiconductor	3		○	○
LED1	青色LED φ3mm	円形	OSR3333A	OptoSupply	1		○	○
C1, C3, C7-C9	積層セラミックコンデンサ 6.1μF 50V ±10%	1.5mm×1.25mm×0.7mm	RD15V100K1H1ZL	Supertech Electronic	5		○	○
C2	アルミ電解コンデンサ 33μF 50V	1.5mm×1.25mm×0.7mm	80P23M3PCX11	ルネサス	1		○	○
C4, C5	積層セラミックコンデンサ 15μF 50V	1.5mm×1.25mm×0.7mm	RD15V150J1H1ZL	Supertech Electronic	2		○	○
C6	積層セラミックコンデンサ 1μF 50V	1.5mm×1.25mm×0.7mm	RD05V100K2K1C030	村田製作所	1		○	○
R1	炭素皮膜抵抗器 100kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 10K	KOA	1		○	○
R2, R5, R7, R12, R14	炭素皮膜抵抗器 1kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 10K	KOA	5		○	○
R3	炭素皮膜抵抗器 5.1kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 51K	KOA	1		○	○
R4	炭素皮膜抵抗器 4.7kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 47K	KOA	1		○	○
R6	炭素皮膜抵抗器 47kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 47K	KOA	1		○	○
R8-R10, R13, R15	炭素皮膜抵抗器 10kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 10K	KOA	5		○	○
R11	炭素皮膜抵抗器 20kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 20K	KOA	1		○	○
R16	炭素皮膜抵抗器 22kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 22K	KOA	1		○	○
R17, R18	炭素皮膜抵抗器 39kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 39K	KOA	2		○	○
R19	炭素皮膜抵抗器 68kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 68K	KOA	1		○	○
R20	炭素皮膜抵抗器 610kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 511K	KOA	1		○	○
VR1	可変抵抗器 20kΩ 10kΩ分付	円形	TRV-2308R-200R	Sams Technology	1		○	○
SW1	押しボタンスイッチ	矩形	BB-15AP	日本電器	1		×	○
	押しボタンスイッチ操作ボタンφ7.5mm(黒)		AT-69K	日本電器	1		×	○
SW2	タクトスイッチ 6mm角タイプ	正方形	SK214J4010	アルプス電装	1		×	○
SW3	タクトスイッチ 白色	正方形	DT5-6	Conrad	1		×	○
SW4	タクトスイッチ 緑色	正方形	DT5-6	Conrad	1		×	○
SW5	LED付押しボタンスイッチ(青)	正方形	EC12P25V-P-QBK-24-54C-02	Top-up Industry	1		×	○
TP1	オンロード用タッチパネル 黒色	正方形	LC-2-黒	マツモト	1		×	○
CN1	2.5mm標準Dサブコネクタ 垂直タイプ 高級取付用	矩形	MJ-25RLE	マロ信務機	1		×	○

1

競技II
(別添資料 部品表)



第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

LED照明スタンド 部品表

部品記号	品名	形状	実務・形式	製造会社	数量	備考	支給可 部品	データ シート
メカ部								
CN2	モジュラーコネクタ ストレートタイプタイプ 6極	矩形	TMBKA-66309	日立電機	1		×	○
CN3	コネクタ L型 2列×10ピン(20P)		Z114R-2050-85-F1	Nihon Industrial	1		×	○
J1	ICマウント 20ピン	9mm 9P	2227-24 03	Nihon Industrial	1		×	○
J2	ICマウント 14ピン	16mm 9P	2227-14 03	Nihon Industrial	1		×	○
J3	丸ピンコネクタ シングルスピン	3mm 9P	6601S-40	丸ピンコネクタ社	1		×	○
FR1	LED Light Stand Main Board 専用プリント板			FRC.com	1		×	×
サブ部								
LED2-LED4	高輝度白色チップ・パワーLED	チップ	LUW5AM-KXK2-KC-E-Z	OSRAM	3		○	○
R21-R24	角型チップ抵抗器 7.5kΩ ±5% 0.1W	10mm×5mm	RS73H1(JT75752)	KOA	4		×	○
R25-R29	角型チップ抵抗器 100kΩ ±5% 0.25W	10mm×5mm	RS73H2(TD101)	KOA	5		×	○
LCD1	LCDモジュールディスプレイ(モノクロ) 縦向き対応 バックライト付付付付	SC160280WB-XA-CB-G	Saitoh Display Tech.	1		×	○	○
	ピンヘッド (長さ) 1×7(14P)	PH-1485G	Uacocca Electronics	1		×	○	○
	ピンヘッド (長さ) 1×5 (押付用対応)	PH-1485G	Uacocca Electronics	1		×	○	○
CN4	ピンヘッド 2×10(20P)	PH-2418G	Uacocca Electronics	1		×	○	○
FR2	LED Light Stand Sub Board 専用プリント板			FRC.com	1		×	×
シャーシ								
	アルミ製モジュール 20mm×20mm×190mm	AL20×40 (黒色)	光モジュール	1		穴開け加工あり	×	×
	前面プレート 8mm×20mm×98mm		はしり板	1		穴開け加工あり	×	×
	フロント板垂直取付ボックス 8mm×6mm	FR-002	マツモト	2		穴開け加工あり	×	○
	フロント板垂直取付ボックス 6mm×6mm	FR-003	マツモト	1		穴開け加工あり	×	○
	高耐久ホトネジ(SM-PM付) M3 10mm	B-0310-S1	藤井計器	2		8mm×4mm用	×	×
	高耐久ホトネジ(SM-PM付) M3 6mm	B-0306-S1	藤井計器	3		8mm×4mm用	×	×
	高耐久ホトネジ(SM-PM付) M3 5mm	B-0305-S1	藤井計器	10		高耐久取付用	×	×
	高耐久ホトネジ(SM付) M3 5mm	B-0305-S	藤井計器	1		8mm×4mm用	×	×
	高耐久ホトネジ(A型) M3 5mm	A3B-305E	藤井計器	5		穴開け加工あり	×	×
	高耐久ホトネジ(中空) M3 1mm	CB-301E	藤井計器	1		穴開け加工あり	×	×
修繕用材料								
	パワーMOS FET 60V 20A	円形	2S2222	東芝セミコンダクタ	1		○	○
	汎用トランジスタ	円形	2S149B-Y	東芝セミコンダクタ	1		○	○
	炭素皮膜抵抗器 各種 ±5% 1/4W	円形	CF 1/4C-***	KOA	1		○	○
	ジャンパワイヤ(アルミ)E173電線	φ2.0mm φ	各色	廣工社	1		○	○
	はんだ		高品質はんだ	各社	1		○	×

2

競技II
(別添資料 部品表)

第51回技能五輪全国大会「電子機器組立て」職種

情報レシーバ 部品表

部品記号	品名	形状	実務・形式	製造会社	数量	備考	支給可 部品	データ シート
メカ部								
K1	三端子半電流・フルブリッジ EV 500mA	円形	TAM808F	東芝セミコンダクタ	1		○	○
K2	ICマウント	9mm 9P	PC18P202P-1SP	Microchip Technology	1		○	○
K3	DTMレシーバ	16mm 9P	CM80071	California Micro Devices	1		○	○
K4	高出力MOS-FETマウント	9mm 9P	NM45800D	新日本無線	1		○	○
X1	セラミック発振子(セラミック) コンデンサ内蔵タイプ 10MHz	円形	CF715V100K2K1C030	村田製作所	1		○	○
X2	セラミック発振子(セラミック) コンデンサ内蔵タイプ 10MHz	円形	CF73033M3C030	村田製作所	1		○	○
TR1	パワーMOS FET 60V 20A	円形	2S149	東芝セミコンダクタ	1		○	○
TR2	汎用トランジスタ	円形	2SC1815GR	東芝セミコンダクタ	1		○	○
D1-D3	汎用小信号高速スイッチングダイオード	円形	1N4148	Fairchild Semiconductor	3		○	○
D4	シリコンDN-フォトダイオード	円形	56775	浜松ホトニクス	1		×	○
D5	基準電圧ダイオード 2.5V	円形	LAZ02E-2.5	東芝セミコンダクタ	1		○	○
LED1	青色LED φ3mm	円形	OSR3333A	OptoSupply	1		○	○
C1, C3, C5, C8	積層セラミックコンデンサ 6.1μF 50V	1.5mm×1.25mm×0.7mm	RD15V100K1H1ZL	Supertech Electronic	4		○	○
C2	アルミ電解コンデンサ 33μF 50V	1.5mm×1.25mm×0.7mm	80M23M366L1330M011	日本ケムコン	1		○	○
C4	積層セラミックコンデンサ 1μF 50V	1.5mm×1.25mm×0.7mm	RD05V100K2K1C030	村田製作所	1		○	○
C7	積層セラミックコンデンサ 1μF 50V	1.5mm×1.25mm×0.7mm	RD15P392S1H1ZL	Supertech Electronic	1		○	○
C8	アルミ電解コンデンサ 100μF 25V	1.5mm×1.25mm×0.7mm	80M23M366L1100M011D	日本ケムコン	1		○	○
R1, R20	炭素皮膜抵抗器 100kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 10K	KOA	2		○	○
R2, R5, R11	炭素皮膜抵抗器 1kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 10K	KOA	3		○	○
R3, R18	炭素皮膜抵抗器 5.1kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 51K	KOA	2		○	○
R4	炭素皮膜抵抗器 4.7kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 47K	KOA	1		○	○
R6-R9	角型チップ抵抗器 7.5kΩ 0.1W	10mm×5mm	RS73H1(JT75752)	KOA	4		○	○
R10	炭素皮膜抵抗器 10kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 10K	KOA	1		○	○
R12-R14, R16, R19	炭素皮膜抵抗器 10kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 10K	KOA	5		○	○
R15	炭素皮膜抵抗器 30kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 30K	KOA	1		○	○
R17	炭素皮膜抵抗器 2.2kΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 22K	KOA	1		○	○
R21	炭素皮膜抵抗器 1MΩ ±5% 1/4W	円形	CF1/4 1M	KOA	1		○	○
VR1	可変抵抗器 20kΩ 10kΩ分付	円形	GR90P1 R103	東京エクス	1		○	○
VR2	可変抵抗器 20kΩ 10kΩ分付	円形	GR90P1 R104	東京エクス	1		○	○
LCD1	LCDモジュールディスプレイ(モノクロ) 縦向き対応 バックライト付	SC160280WB-XA-CB-G	Saitoh Display Tech.	1		×	○	○
	高耐久ホトネジ 2列×10ピン(20P)	MS2-90-010-10-01000	MHI-Max	1		○	×	○
	高耐久ホトネジ 1列×5ピン(5P)	MS2-90-010-10-01000	MHI-Max	1		○	×	○
SW1	タクトスイッチ アンプ用 一般形	JB-15T10P	日本電器	1		×	○	○
SW2	タクトスイッチ 6mm角タイプ	SK214J4010	ALPS	1		×	○	○
SW3	タクトスイッチ 白色	DT5-6	Conrad	1		×	○	○
SW4	タクトスイッチ 緑色	DT5-6	Conrad	1		×	○	○

3

競技II
(別添資料 部品表)

