

第54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

**2016年10月23日
競技時間 2時間30分**

選手番号 :

選手氏名 :

1 まえがき

「Suica」や「ICOCA」など、IC カードは日本でも広く普及するようになりました。IC カードには、接触型と非接触型のものがあります。非接触型は、カード内部にアンテナの役目を果たすコイルが内蔵されており、端末のリーダー／ライタから発生している磁界にカードをかざすと無線通信でデータを取り取ることができます。特に、ソニーが開発した「Felica カード」に分類される IC カードは、WAON や楽天 Edy, nanaco などの電子マネーに多く使われています。

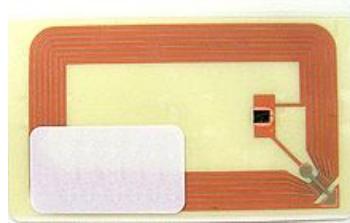


図 1.1 非接触 IC カード

非接触 IC カードも含め、電磁界や電波などを用いた近距離無線通信によって、情報をやりとりする技術を RFID (Radio Frequency Identification) と言います。RFID の技術を使うと、在庫管理や物流履歴などで今まで考えられなかったデータ収集システムを構築することが可能になっています。

RFID 技術を活用している身近なところには、回転寿司店があります。回転寿司では、寿司を乗せる皿の裏側に IC タグを取り付けて、その皿の鮮度管理をしています。また清算のときは、積み重ねた皿の IC タグを IC リーダーで一気に読み取るお店もあります。

㈱あきんどスシローが経営する回転寿司レストラン「スシロー」では、2006 年頃から寿司皿に IC タグを取り付けて、鮮度管理を徹底しています。「どこの店で、何の寿司ネタが、いつ、どのテーブルで注文されたか」などのデータを、毎年 10 億件以上蓄積しているそうです。

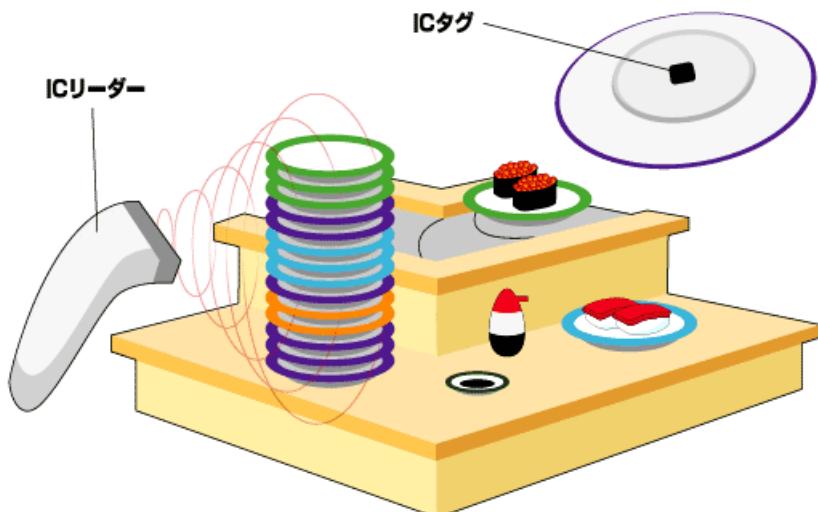


図 1.2 回転寿司に利用されている RFID 技術

競技 II では、RFID タグを用いた回転寿司モデル「五輪寿司」を使用した修理課題、および測定課題を行います。

(参考資料の出典元)

- 荘部浩：「トコトンやさしい非接触 IC カードの本」，日刊工業新聞社，2003.
- Spotlight（スポットライト）－ハマるニュース&エンタメメディア
Spotlight>ライフ・社会>システム
<http://spotlight-media.jp/article/96763432502967537>
- ビジネス+IT
トップページ>業種・規模別>中堅中小企業
<http://www.sbbit.jp/article/cont1/11555>
- 株式会社しんきん情報サービス
Home>最新動向>IC タグって何？
<http://www.shinkin-sis.co.jp/topics/04/index.html>
- RFID タグ
ウィキペディア
<https://ja.wikipedia.org/wiki/RFID>
- @IT
@IT>Security & Trust>IC カードの基礎知識（前編）：知っておきたい IC カードのタイプと使われ方
<http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/0508/12/news090.html>
- weblio 辞書
Weblio 辞書>コンピュータ>IT 用語辞典>RFID の意味・解説
<http://www.weblio.jp/content/RFID>

2 「五輪寿司」の概要

2. 1 機器の概要

五輪寿司は、寿司の皿に取り付けられた RFID タグの ID を読み込み、ID と価格や時間の関連付けを行い、SD カードに記録します。

図 2.1 に「五輪寿司」の外観を示します。RFID モジュール、DC モータ、回転台、操作スイッチ等を備えた「ベースボード」と、寿司皿情報等を表示する LCD 等を搭載した「センターボード」で構成されています。ベースボードには「MF ボード」を接続します。



図 2.1 五輪寿司の外観

2. 2 RFID モジュールの動作原理と送信コード

(1) RFID の動作原理

図 2.2 に示すように、RFID タグには、情報を記録する IC チップと無線アンテナが組み込まれています。IC チップには、商品コード、金額など様々な情報を記録することができます。しかし、RFID タグには電池を内蔵していません。読み取り装置から出る電波を、RFID タグのアンテナで受信し、電磁誘導の原理により、電力を供給してもらうことで RFID タグの情報を読み書きしています。

電波を用いるため非接触で交信が可能であり、バーコードのように直接読み取る方式でないため、RFID タグの内装化、小型化が可能です。そのため、商品管理から物流管理、さらにはユビキタスコンピューティングにまで幅広く応用されています。

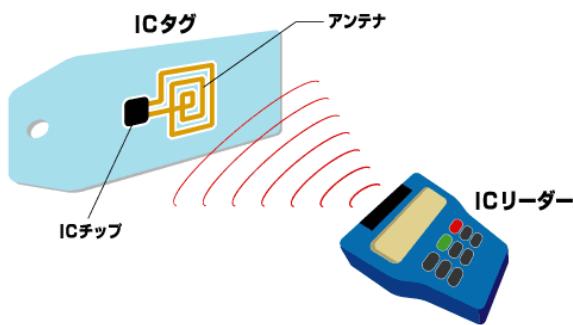


図 2.2 RFID タグの構造

(2) タグ ID コード

寿司の皿に貼り付けられた RFID タグは、10 桁の固有 ID を有しています。この RFID タグは、読み込み専用です。このタグ ID コードは RFID モジュールにより読み出され、シリアル通信でマイコンに送られます。送信されるタグ ID の送信データを図 2.3 に示します。

データの最初は、アスキーコードのテキスト開始コード “0x02” です。次に、タグ ID のアスキーコード 10 桁に相当する 10Byte コードが送られ、その後、チェックサムの 2Byte コードが送信されます。最後に、テキスト終了コード “0x03” が付与されます。その結果、送信データは、全部で 14Byte になります。

チェックサムの 2Byte コードは、送信 ID を 2 桁毎に区切り、8bit データの各 bit の Ex-OR を取ったものを 16 進表示したものです。

Byte 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
データ内容	テキスト開始 0x02											チェックサム 2Byte		テキスト終了 0x03

図 2.3 タグ ID の送信データ

送信例)

- タグ ID ナンバー : 01000734E0
チェックサム (HEX) : (01) xor (00) xor (07) xor (34) xor (E0) = D2
送信データ (HEX) : 02 | 30 31 30 30 30 37 33 34 35 45 30 | 44 32 | 03

2. 3 回路構成

五輪寿司のブロック図を図 2.4 に示します。

ベースボードには、RFID モジュールが二つ取り付けられており、一つは寿司皿の登録／会計用、もう一つは回転台に乗っている寿司皿のモニタ用に使用します。RFID モジュールの脇に配置された LED2 と LED3 は、タグ ID を検出すると点灯します。2 つの RFID モジュールの出力は、リレーにより切り替えられ、マイコンでデータを受信します。登録された寿司皿の ID は、SD カードに保存されます。パソコンとシリアル通信し、Tera Term などのターミナルソフトを利用することで、SD カードの登録内容の確認が可能です。

フォト IC ダイオードは、登録／会計台に乗せられた寿司皿の有無を判別します。フォト IC ダイオードの出力は、コンパレータ回路で Low／High の 2 値に変換され、寿司皿が置かれたときに LED4 は点灯します。

ベースボードの回転台は、DC モータで駆動させます。DC モータは外部電源の +5V で駆動し、モータドライバを用いて、回転速度を PWM 制御しています。青色 LED は、モータ電源のパイロットランプです。

回転台の中心に配置されたセンターボードには、16 桁×2 行のキャラクタ LCD と、緑色、黄色、赤色の三つの LED（以下、「信号 LED」と呼ぶ）、およびブザーが取り付けられています。キャラクタ LCD には、回転している寿司皿情報や操作メニューを表示します。寿司皿の鮮度を表示する信号 LED は、登録されてからの経過時間に応じ、いずれか一つの LED が点灯します。

五輪寿司の操作は、登録／会計台の 3 つのタクトスイッチ（ボタン）とトグルスイッチで行います。

電源は、MF ボードから +5V を供給します。使用する電源アダプタの定格は 9V、2.5A です。

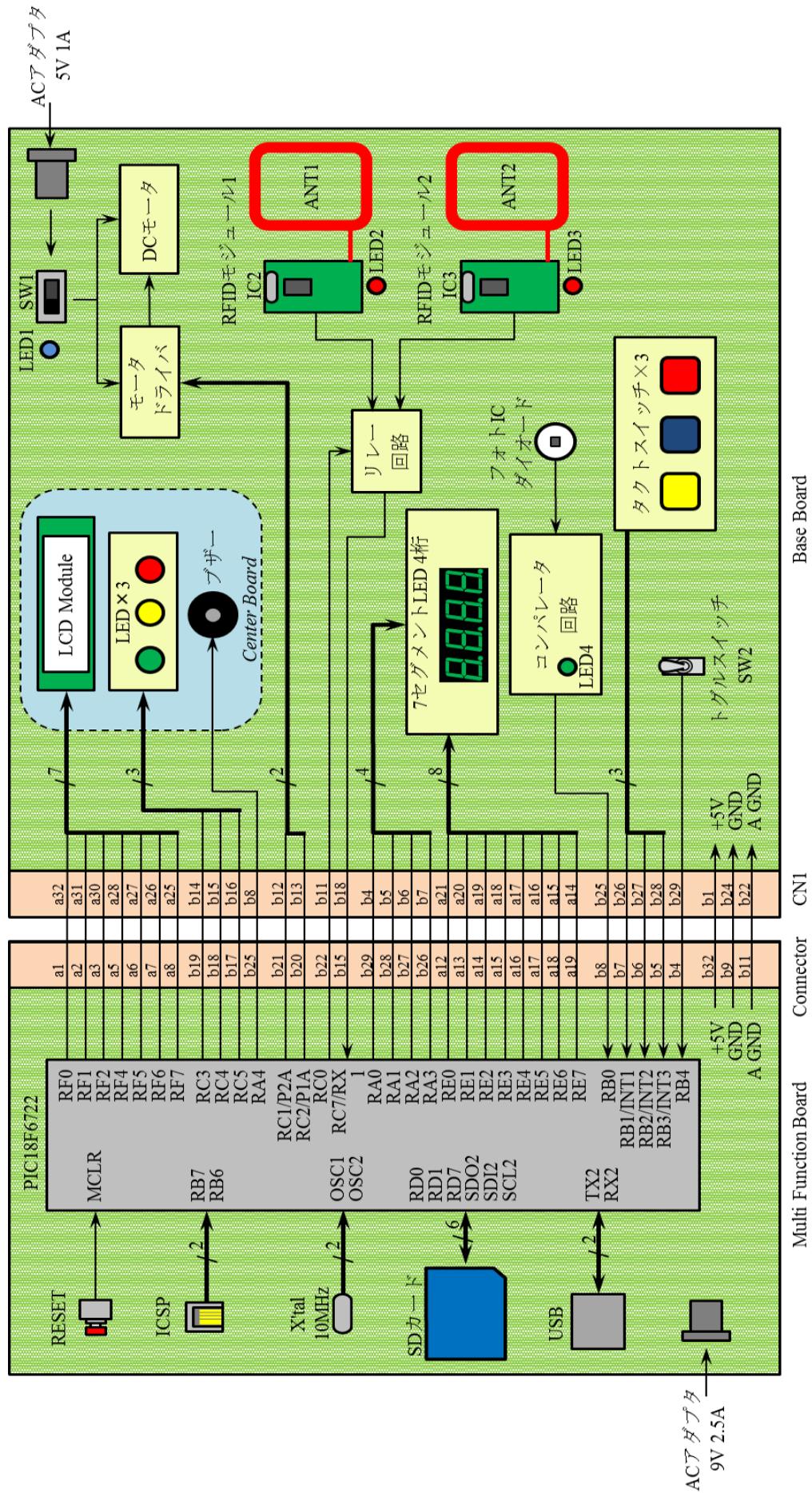


図 2.4 「五輪寿司」の回路ブロック図

2. 4 ポート割り当て

五輪寿司を動作させるための PIC マイコン PIC18F672 のポート割り当てを表 2.1 に示します。

表 2.1 PIC18F6722 のポート割り当て

五輪寿司	PIC ポート	CN1 端子番号
キャラクタ LCD モジュール RS	RF2	a30
キャラクタ LCD モジュール RW	RF0	a32
キャラクタ LCD モジュール E	RF1	a31
キャラクタ LCD モジュール DB7	RF7	a25
キャラクタ LCD モジュール DB6	RF6	a26
キャラクタ LCD モジュール DB5	RF5	a27
キャラクタ LCD モジュール DB4	RF4	a28
LED 緑	RC5	b16
LED 黄	RC4	b15
LED 赤	RC3	b14
モータ in1	RC1/P2A	b12
モータ in2	RC2/P1A	b13
リレー	RC0	b11
RFID USART RX	RC7/RX1	b18
7セグメント LED Dig.1	RA3	b7
7セグメント LED Dig.2	RA2	b6
7セグメント LED Dig.3	RA1	b5
7セグメント LED Dig.4	RA0	b4
7セグメント LED a	RE7	a14
7セグメント LED b	RE6	a15
7セグメント LED c	RE5	a16
7セグメント LED d	RE4	a17
7セグメント LED e	RE3	a18
7セグメント LED f	RE2	a19
7セグメント LED g	RE1	a20
7セグメント LED DP	RE0	a21
フォト IC ダイオード	RB0	b25
タクトスイッチ 黄	RB1/INT1	b26
タクトスイッチ 青	RB2/INT2	b27
タクトスイッチ 赤	RB3/INT3	b28
トグルスイッチ	RB4	b29

2. 5 五輪寿司の回路

上記「**2. 3 回路構成**」で示した回路ブロック図の回路図を別添資料の「五輪寿司 回路図」に示します。この回路図をもとに作成した基板図を別添資料の「五輪寿司 基板図」に示します。また「五輪寿司」を構成している部品、材料の部品表を別添資料の「五輪寿司 部品表」に示します。

3 動作仕様

3. 1 五輪寿司の機器仕様

五輪寿司の機器仕様を表 3.1 に示します。動作モードは五つあり、赤ボタンでモードを選択します。選択したモードはキャラクタ LCD に表示されます。動作モードの状態遷移図を図 3.1 に示します。

なお、五輪寿司の使用方法については、別添資料の「五輪寿司 取扱説明書」を参照してください。

表 3.1 五輪寿司の動作仕様

項目	仕 様
制御機器	<ul style="list-style-type: none">DC モータリレーSD カード
表示器	<ul style="list-style-type: none">16 列×2 行 LCD (コントラスト調整機能付き)信号 LED (緑色、黄色、赤色)ブザー4 枠 7 セグメント LEDRFID モジュール受信 LED (赤色) ×2コンパレータ出力 LED (緑色)
操作スイッチ	<ul style="list-style-type: none">電源スイッチ (MF ボード)リセットスイッチ (MF ボード)モータ用電源スイッチタクトスイッチ (押しボタンスイッチ) ×3トグルスイッチ
RFID モジュール受信データ	<ul style="list-style-type: none">アスキーコード 14Byte10Byte が ID データ
使用マイクロコンピュータ	<ul style="list-style-type: none">PIC18F6722-I/P (MF ボード)
通信モジュール	<ul style="list-style-type: none">RFID モジュール (RFR101A1M)FT232RL (MF ボード ⇄ PC)
USART 通信速度	<ul style="list-style-type: none">9600 ポーレート
受信トリガ	<ul style="list-style-type: none">USART 受信割り込み
ICSP 機能	<ul style="list-style-type: none">6 極モジュラジャックで接続
使用電源	<ul style="list-style-type: none">9V, 2.5A 電源アダプタ5V, 1A 電源アダプタ
動作モード	<ul style="list-style-type: none">営業モード (登録モード、販売モード)SD データ転送モードPWM 調整モードPWM 測定モードデータクリアモード

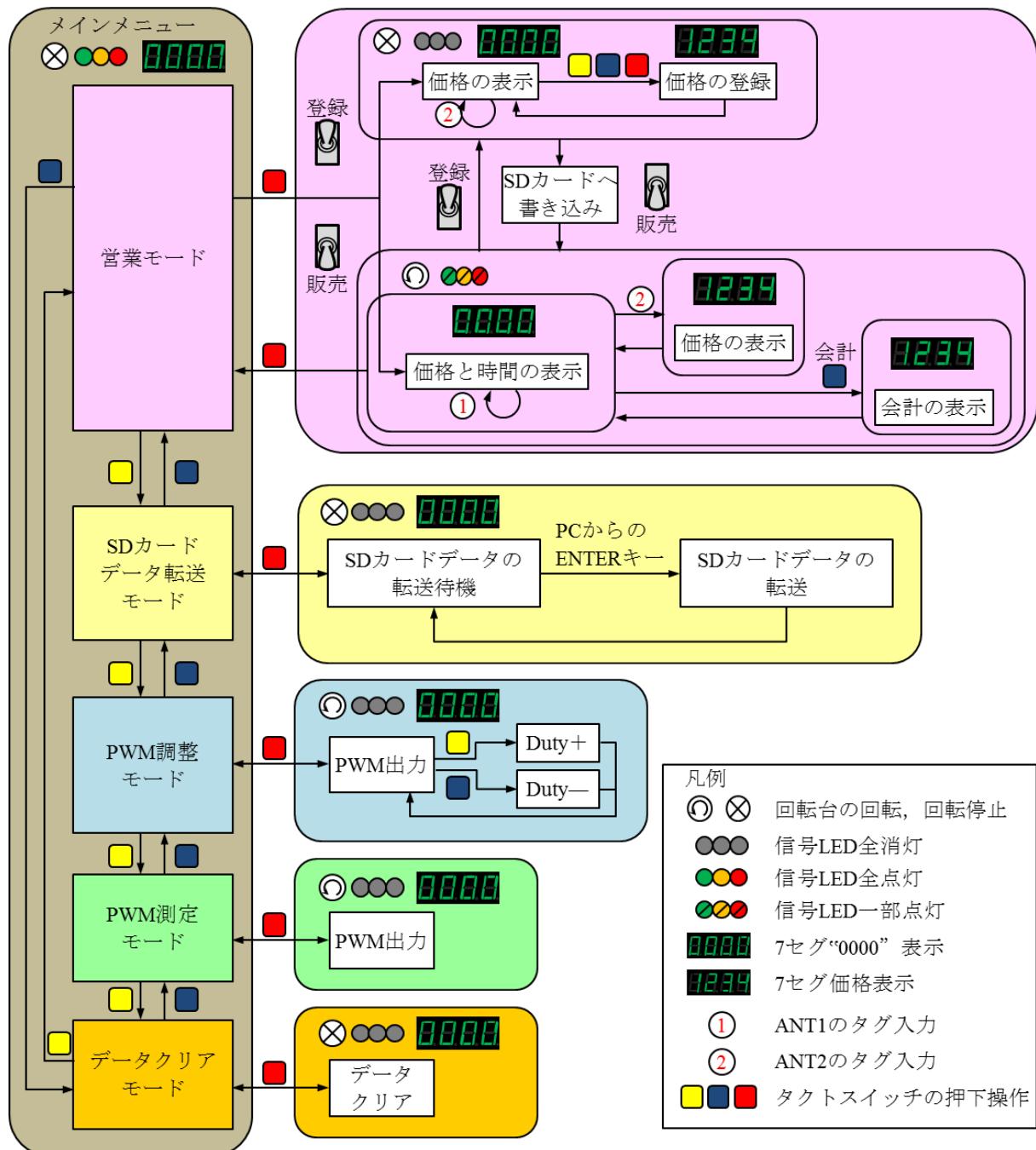


図 3.1 五輪寿司の状態遷移図

MF ボードの電源をオンして起動すると、SD カードから以前登録した寿司皿情報を呼び出します。なお、それぞれのモードで赤ボタンを押すと、メインメニューに戻ります。

- 「営業モード」には、「登録モード」と「販売モード」があります。
「登録モード」は、寿司のタグ ID を SD カードに記録します。
「販売モード」は、登録されたタグ ID 情報を表示します。
- 「SD カードデータ転送モード」は、SD カードに登録されている情報を PC に転送します。
- 「PWM 調整モード」は、回転台の回転速度の調整を行います。

- ・ 「PWM 測定モード」は、測定用の PWM 信号を出力しています。
- ・ 「データクリアモード」は、登録されているタグ ID 情報をすべて消去します。

五輪寿司が、上記の動作をするための MF ボード上の PIC18F6722 の C 言語プログラムソースファイルの名前は “sushi_xxname.c” です。五輪寿司の制御を行うために、五輪寿司モジュール用ライブラリ “sushi.h”, “sd_func_xxname.c”, “sd_func.h” を使用します。これらのファイルは、サーバ上に競技 II “gorin_sushi.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。

“gorin_sushi.zip” のファイル構成を以下に示します。また、MPLAB X IDE のプロジェクト構成を図 3.2 に示します。“sd_func_xxname.c” と “sushi_xxname.c” をプロジェクトに追加してください。

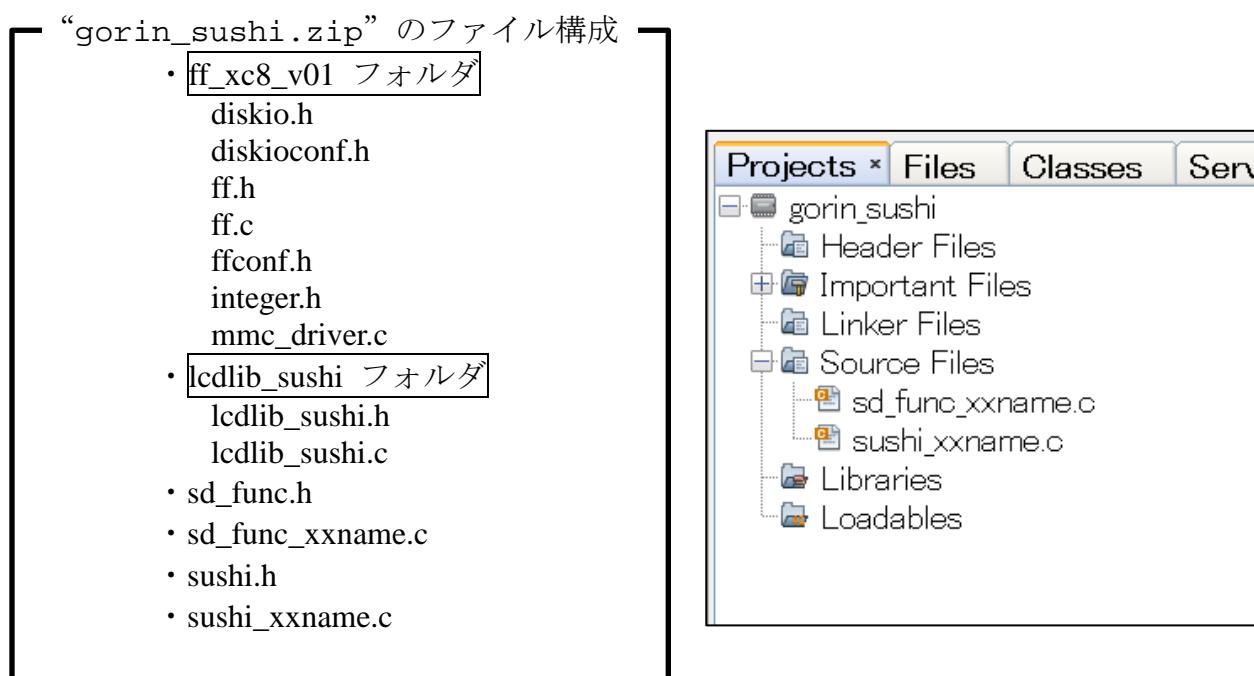


図 3.2 プロジェクト構成

=注意=

XC8 コンパイラで本プログラムをビルドした際、100 個以上の “warning” が出てきます。これは XC8 の warning の設定レベルが高くなつたためです。動作に支障はありません。

4 修理課題

4. 1 「五輪寿司」の修理・改修

「五輪寿司」には、ハードウェアおよびソフトウェアに故意に障害を設けてあります。ハードウェアの障害は3箇所、ソフトウェアの障害は1箇所です。このため、「取扱説明書」に書かれた動作をしません。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。

ただし、回転台の調整の状態によって、モータが回転しているにもかかわらず回転台が回らないのは、障害ではありません。必要に応じて、再度調整を行ってください。また、通信のタイミング、リレーの切り替えのタイミングにより、キャラクタLCDの表示が、まれに停止する場合があります。これも、障害ではありません。リセット、もしくは電源を再投入して使用してください。

なお、キャラクタLCDモジュール用ライブラリ“lcdlib_sushi”フォルダおよびFatFs用ライブラリ“ff_xc8_v01”フォルダのファイル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・改修箇所以外へのプログラムの追加、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、必要な部分を消去するか、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「五輪寿司 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。
- (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」に記述してください。「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クを入れてください。提出するソースリストは、修理・改修した部分が含まれるページだけにしてください。

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。

「五輪寿司」のプログラムソース

sushi_xxname.c
sd_func_xxname.c

xx は選手番号に、name は選手氏名のローマ字苗字に変更。

例) 選手番号 54 番山形選手の場合

sushi_xxname.c → susi_54yamagata.c
sd_func_xxname.c → sd_func_54yamagata.c

4. 3 「五輪寿司」の動作確認

「五輪寿司」の修理・改修完了後、別添資料「五輪寿司 取扱説明書」を参照して、全ての機能が、正常動作することを確認してください。

5 測定課題

五輪寿司を用いて、以下の測定を行なさい。結果は、サーバで配布した「測定シート1」、および「測定シート2」に記入しなさい。また、測定結果を評価する上で必要な情報は、測定シートに併せて記載しなさい。測定の際は、五輪寿司の「PWM Measure Mode」を用いてください。

測定中は回転台を回す必要はないので、ベースボードのDCモータの電源スイッチ(SW1)をオフにしてください。

(1) メインメニューの PWM 測定モードの「PWM Measure」にセットしてください。

PIC18F6722 の RC1/P2A 端子から、DC モータドライバに送信されている PWM 信号（チェック端子 TP2）を観測し、周期、デューティー比を求めてください。
測定結果は「測定シート1」に記入してください。

(2) RFID モジュールのアンテナ ANT1 から放射されている放射磁界強度を測定して下さい。磁界の測定には、配布した検出用コイルをオシロスコープに接続して行います。この測定は、どの動作モードでも測定できます。測定結果は「測定シート2.xlsx」のファイルに入力し、印刷をしてください。

(測定方法)

磁界強度の測定方法を図 5.1 に示します。

- ①配布した方眼紙の中心をアンテナの中心に合わせ、テープなどで固定してください。
- ②図 5.1 (a) に示すように、アンテナに対し検出用コイルを水平にして、アンテナの中心から±30mm の間を 10mm 間隔で移動させます。
- ③図 5.1 (b) に示すように、検出用コイルはアクリル板に添わせてください。
- ④各点において、オシロスコープで観測できる信号電圧のピークトゥピーク値を測定してください。
- ⑤検出用コイルを垂直にして、同様に測定してください。

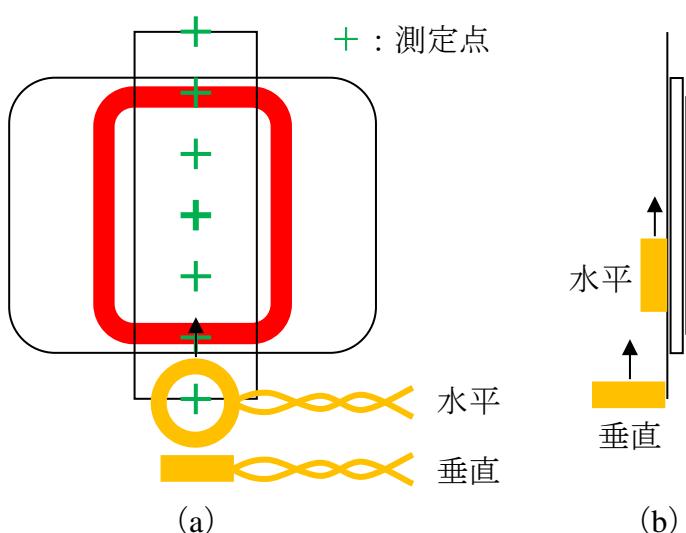


図 5.1 磁界強度測定方法

6 提出仕様

6. 1 提出準備

修理課題、ドキュメント類の提出準備、および提出時間については、**公表2 「3－8 提出仕様（全競技に適用）」**にしたがってください。本課題についての注意事項を以下に示します。

(1) 修理課題（「五輪寿司」）

「五輪寿司」の提出状態は、以下の通りです。

「MF ボード」

- 電源ジャック：接続されていない状態（電源アダプタは提出しない）
- 電源スイッチ（SW1）： オフ
- SW3： Writer 側
- SW4： Bus line 側
- PIC： 修理・改修したプログラムを書き込んだ状態
- SD メモリカードスロット： SD カードが挿入されている状態
- USB コネクタ： 接続されていない状態
- 機能拡張用コネクタ： 接続されていない状態
- ICSP コネクタ： 接続されていない状態

「五輪寿司」

- 電源ジャック：接続されていない状態（電源アダプタは提出しない）
- 電源スイッチ（SW1）： オフ
- トグルスイッチ（SW4）： 販売モード
- センターボードに LCD が取り付けられた状態。
- センターボードの VR51 は調整位置の状態。
- ベースボードに MF ボードとセンターボードが取り付けられた状態。
- ベースボードにアンテナ、パネル、回転台が取り付けられた状態。
- ベースボードの VR1 は調整位置。
- 電源を供給すれば、五輪寿司が稼働できる状態にしておくこと。
- 寿司皿はすべて回転台の上において提出すること。
- 測定用コイル、方眼紙は提出不要。

6. 2 提出物

提出物は、競技終了までに**公表2 「3－8 提出仕様（全競技に適用）」**にしたがってください。

- 「五輪寿司」は、用箋ばさみの上に置いてください。
- **課題提出用封筒は、用箋ばさみの隣に置いてください。**
- 配布＆回収用封筒も用箋ばさみの隣に置いてください。