

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／ライター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やり取りすることができます。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。

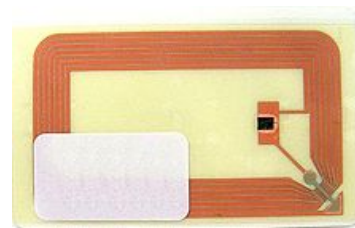


図 1.1 非接触 IC カード

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。

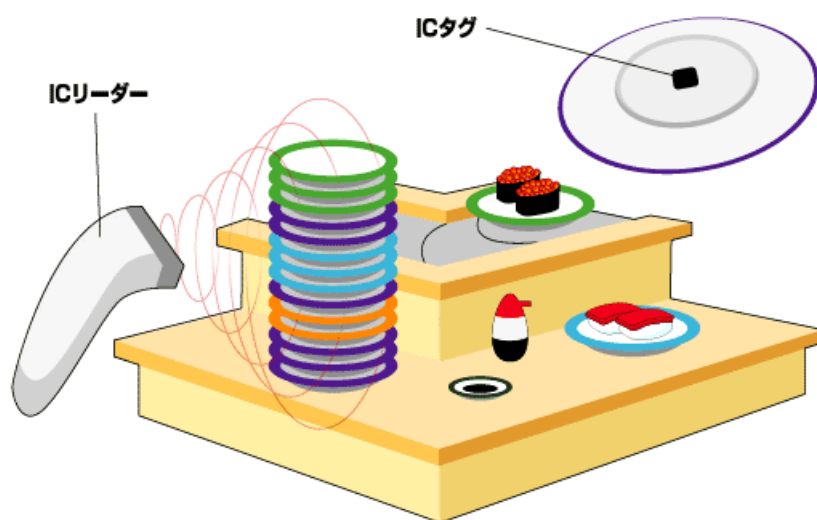


図 1.2 回転寿司に利用されている RFID 技術

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)

- 荻部浩：「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) ーハマるニュース&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.sbbi.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。

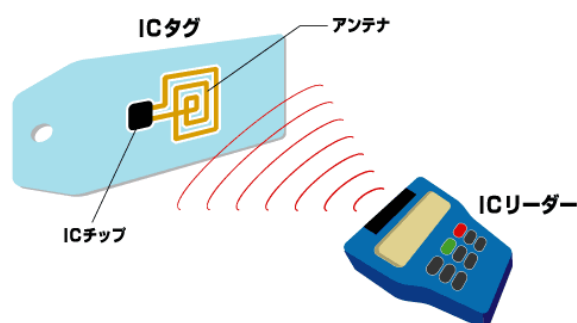


図 2.2 RFID タグの構造

### (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	アスキーコード 10Byte										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。

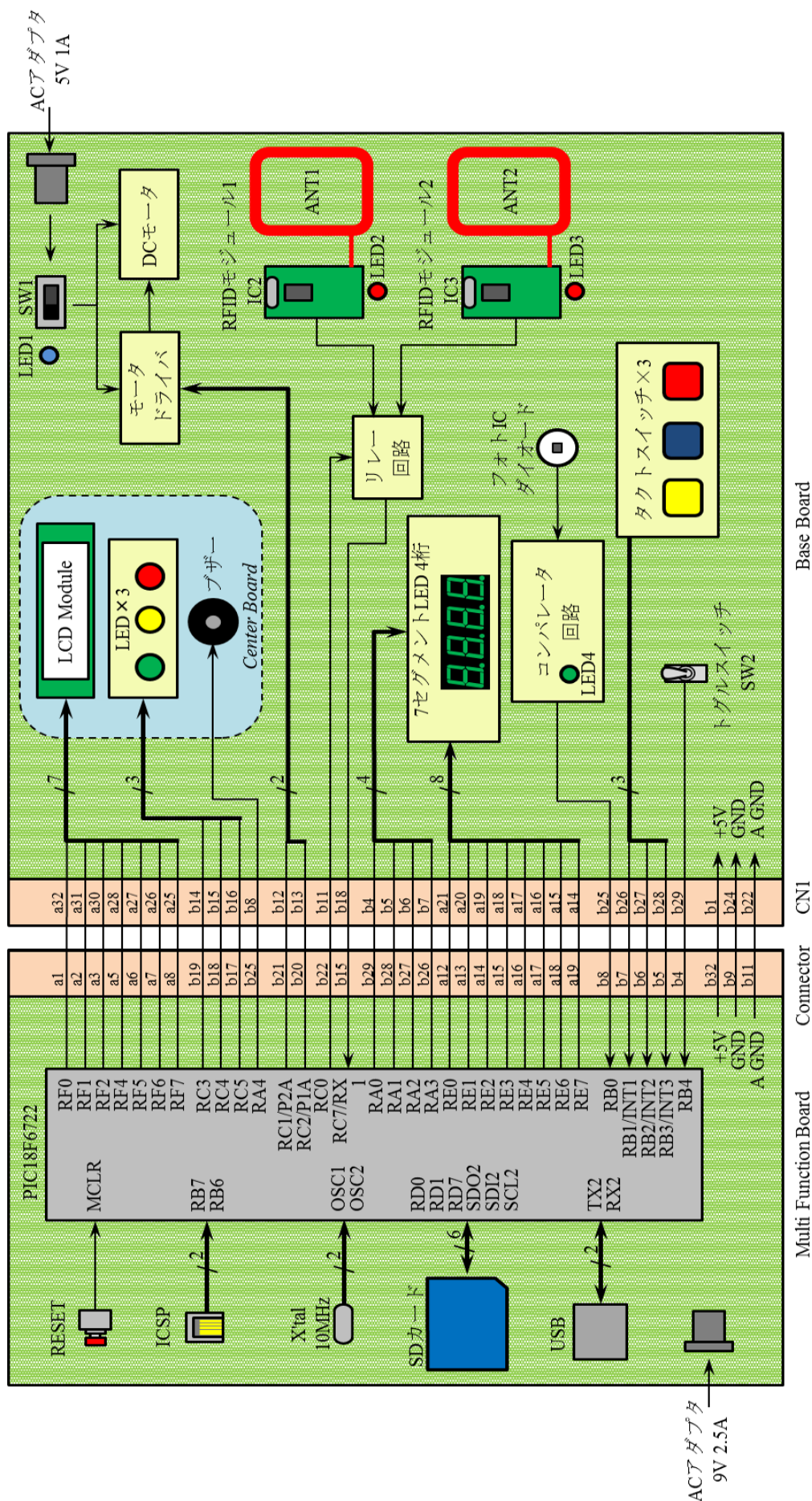


図 2.4 「五輪寿司」の回路ブロック図

## 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

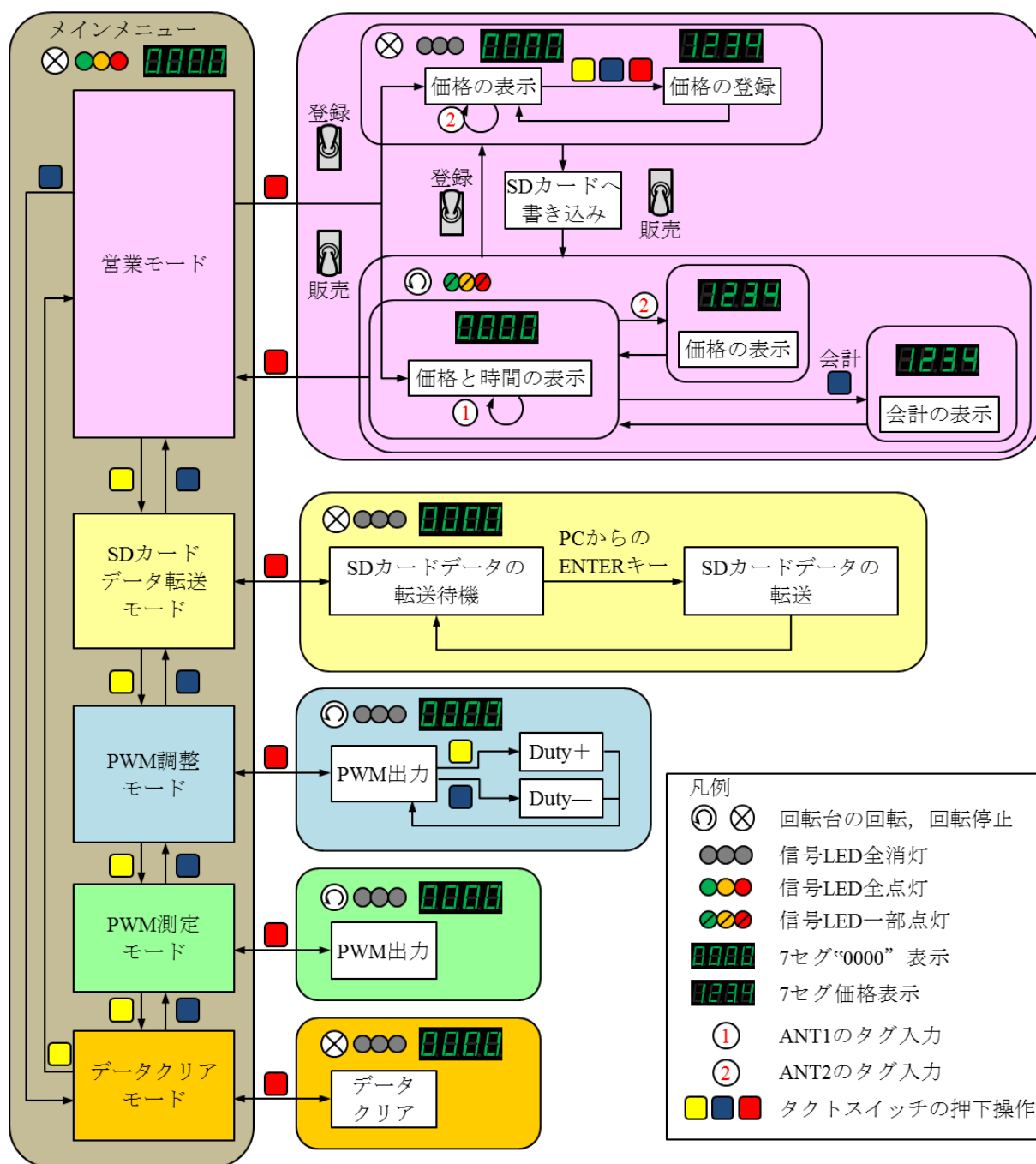
### 3.1 五輪寿司の機器仕様

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"> <li>・ DC モータ</li> <li>・ リレー</li> <li>・ SD カード</li> </ul>
表示器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 16 列×2 行 LCD (コントラスト調整機能付き)</li> <li>・ 信号 LED (緑色, 黄色, 赤色)</li> <li>・ ブザー</li> <li>・ 4 桁 7 セグメント LED</li> <li>・ RFID モジュール受信 LED (赤色) ×2</li> <li>・ コンパレータ出力 LED (緑色)</li> </ul>
操作スイッチ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電源スイッチ (MF ボード)</li> <li>・ リセットスイッチ (MF ボード)</li> <li>・ モータ用電源スイッチ</li> <li>・ タクトスイッチ (押しボタンスイッチ) ×3</li> <li>・ トグルスイッチ</li> </ul>
RFID モジュール受信データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ アスキーコード 14Byte</li> <li>・ 10Byte が ID データ</li> </ul>
使用マイクロコンピュータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PIC18F6722-I/P (MF ボード)</li> </ul>
通信モジュール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ RFID モジュール (RFR101A1M)</li> <li>・ FT232RL (MF ボード ⇔ PC)</li> </ul>
USART 通信速度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 9600 ボーレート</li> </ul>
受信トリガ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ USART 受信割り込み</li> </ul>
ICSP 機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 6 極モジュラジャックで接続</li> </ul>
使用電源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 9V, 2.5A 電源アダプタ</li> <li>・ 5V, 1A 電源アダプタ</li> </ul>
動作モード	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 営業モード (登録モード, 販売モード)</li> <li>・ SD データ転送モード</li> <li>・ PWM 調整モード</li> <li>・ PWM 測定モード</li> <li>・ データクリアモード</li> </ul>



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．

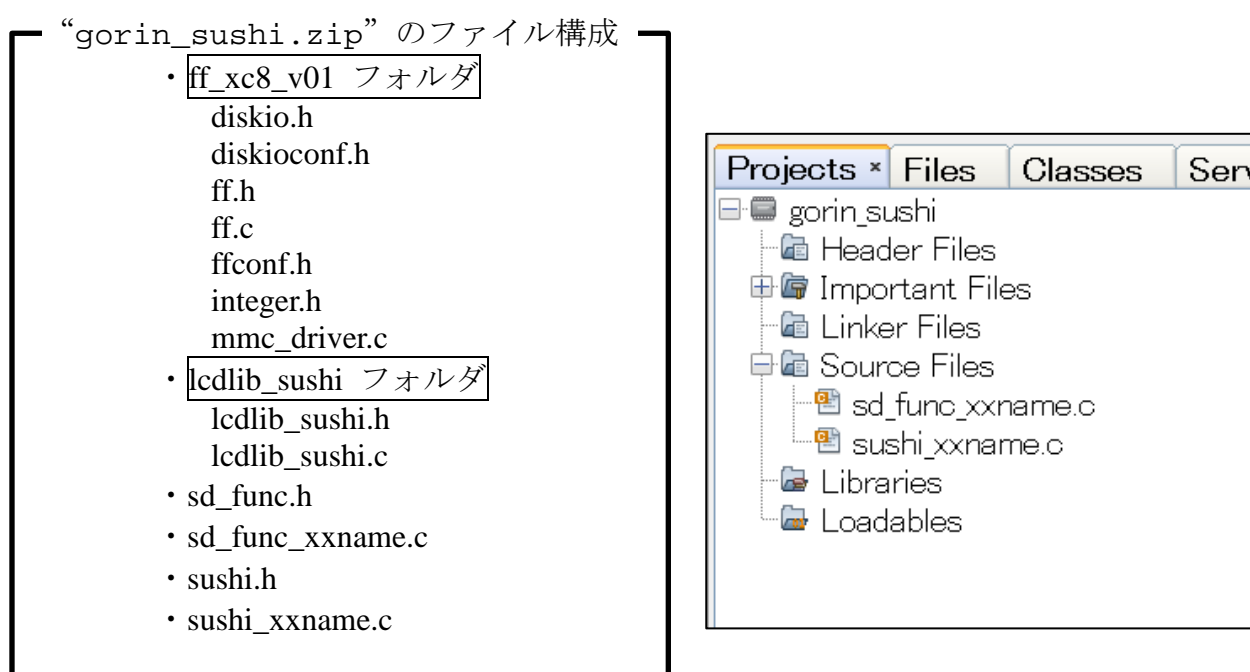


図 3.2 プロジェクト構成

### ＝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ったためです．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「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、部品支給場所を確認を行い、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 **マーカ** 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、以下の測定を行いなさい。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。

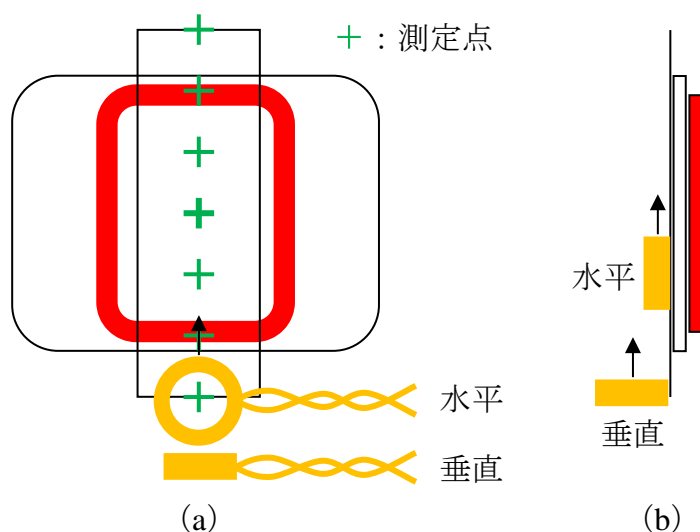


図 5.1 磁界強度測定方法

## 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．