実践!自動車組込み技術者講座

FPGAとマイコンの連携システム

(ソフトウェア基礎編)

~The first step is the only difficulty.



東北の復興を担う自動車組込みエンジニア育成支援プロジェクト推進協議会

Content

0	はじめに	3
1	マイコンボードの仕様	5
1.1	概要	5
1.2	MCU 回路	7
1.8	■ 基本 I / O 回路	17
2	HEW による開発環境	29
2.1	概要	29
2.2	E8a エミュレータパッケージ付属 CD-ROM のインストール手順	31
2.3	リークスペースとプロジェクト	35
2.4	HEW の起動	36
2.5	新規プロジェクトの作成	37
2.6	; コーディング、ビルド(ロードモジュールの生成)	45
2.7	Y E8aを使用したデバッグの準備	51
2.8	プログラムの実行	59
3	シリアルインターフェース	64
3.1	概要	64
3.2	同期式通信と非同期式通信	66
4	距離データの応用	70
4.1	概要	70
4.2	ソフトウェア詳細仕様	71
4.5	マイコンの端子配置	73
4.4	システム構成上の問題点	74
4.8	距離計システムを動作させる	79
5	おわりに	101
6	Appendix	102
表	1 部品表	102
	参考文献・引用文献	103



本編は、FPGAボードに搭載した超音波センサーで検出した反射物までの距離データ をマイコンボード側で受信して、実際に反射物までの距離が人間の五感で分かるような近 接センサーシステムを設計・製作します。その過程でソフトウェア技術者として必要な基 礎技術の構成要素を知り、組込み技術者としてのロードマップを修得することを目標とし ています。

本編は、組込みソフトウェア技術者の入門者向けテキストですが、必ず通過する言語や 設計、デバッグ方法論には触れずにハードルは低く設定してあります。

特徴

- 1. プログラム言語、設計論、コード書法、情報理論、工程管理、品質保証・管理、プ ロジェクト管理、業務知識(自動車の各種ECU、カメラ、モバイル機器の構造・ 構成要素など)には触れません。
- 2. マイコンボード基板の電子部品・電子回路が正常動作するか、測定器を使って確認 します。
- 3. マイコンの電気的特性や電子部品のデータシートを読みます。ポートに流れる許容 電流を把握する必要性があることを理解します。
- 4. マイコンの開発環境(本編ではルネサスエレクトロニクス社の Hew(High performance Embedded Workshop)を構築し・機能・操作方法を学びます。
- 5. ポート制御を行う簡単なプログラムを作成することで、開発環境を活用したソース コードの生成・コンパイル・アセンブル・リンク・実行といった一連の手順を理解 します。
- 6. 入力/出力の意味を理解します。
- 7. 代表的なシリアルインタフェース通信規約を理解し、活用します。
- 8. ソフトウェア仕様書を理解します。
- 9. FPGAとマイコンボード間の電圧レベルが揃っていないときの電圧レベル変換対 策を検討します。
- 10. 電圧レベル変換回路を通して、プルアップ抵抗、High レベル、Low レベル、ハイ

インピーダンスの意味を理解します。

11. FPGAボードとマイコンボードを接続して実際に距離データをブザーやLED に表示して、近接センサーとしての動きを確認します。

組込みソフトウェア開発における自分の立ち位置(担当レベル)で修得すべき技術が大き く異なります。

ひとつのハードルを越えたとき、組込みソフトウェア技術の新たな広がりを認識していた だければ幸いです。

2014年2月



マイコンボードの仕様

1.1 概要

マイコンボード (Seamark-1: Basic board) は、MCU回路と基本 I/O回路で構成されます。MCU回路と基本 I/O回路はGND以外は電気的に接続されていません。マイコン H8/3694F のポートから入出力制御を行うには入出力ポートの端子割付を行い、MCU回路の I/O拡張端子 (Term8) と基本 I/O回路の各ターミナルをピンクリップ等で結線する必要があります。

特徴

- 搭載MCU基板:H8/3694F(ルネサス製)
- 電子デバイスを実装 (LED、圧電ブザー(他励式)、半固定抵抗、7セグメントLED、タクトスイッチ (プルアップ抵抗の有無の設定可)、DIPスイッチ、Tr用ソケット、14ピンIC ソケット)
- マイコン I/O端子と電子デバイスは未接続のため端子配置は自由に設計可能
- ボードの電源はACアダプタで供給するか、E8aエミュレータのUSBケーブルから 供給するかの2電源方式
- マイコンの I / O端子を外部機器と接続するために拡張端子を実装
- マイコンを動作させずに、電子デバイスの動作実験が可能

写真1にマイコンボード (Seamark-I: Basic board))の写真、図1にマイコンボードの ブロック図を示します。





図1 マイコンボード (Seamark-I) ブロック図

1.2 MCU回路

MCU回路は下記より構成されています。

- ・H8/3694F 搭載マイコンボード MB-H8A(Sunhayato 製)
- ・I/0 拡張端子
- ・リセット回路
- ・電源回路
- ・H-UDI 接続回路

■ H8/3694F 搭載マイコンボード MB-H8A (Sunhayato 製)

H8/3694F 搭載マイコンボード MB-H8A の回路図を図2に、端子割付を表1に示します。



表1 MB-H8A 端子配列

H8/3694F 搭載マイコンボード MB-H8A には、㈱ルネサスエレクトロニクス社の 16 ビット CISC マイコン H8/3694F が搭載されています。図 3 に H8/3694F の内部ブロック図を示します。

① H8/3694F

H8/3694Fの特長

- ・ 16bitCISCマイコン
- ・ 32kバイトのフラッシュメモリ
- 2kバイトのRAM
- ・ 10ビット8チャンネルADコンバータ
- ・ ウオッチドッグタイマ
- ・ 多機能タイマの他にシリアル
- I2Cバスインターフェイスを内蔵
- エミュレータインターフェイスを内蔵
- 高速20MHz動作
- ・ サブクロック



図3 F-ZTATTM 版、マスクROM 版 H8/3694 グループ内部ブロック図

マイコン内蔵フラッシュメモリは、最大書き込み回数を超えるとプログラムのダウンロード等ができなくなる可能性があります。消耗品として扱います。図4にピン配置、図7.5 に H8/3694F のメモリマップを示します。





図5 メモリマップ

■ I/O拡張端子&回路

MCU H8/3694Fは48ピンパッケージ(64ピン版もあります)ですが、48ピンのうち 40ピンを基本I/O回路部の各種電子デバイスに接続できるようにI/O拡張用端子まで 引き出しています。表2にマイコンH8/3694Fのピン番号とマイコンボードI/O 拡張端子(Term8)ピン番号の関係を示します。

	マイコンボードの I / (Term8) ピン番号	∕O拡張	端子	H8/30	694Fのピン番号
I∕O基板 nin番号	H8/3694F端子 端子名称	媛子番号	MCI CN番号	Uボード nin番号	備去
1	*RESET	5	1	10	
2	PB1/AN1	47	i	17	
3	PB3/AN3	45	1	15	
4	PB6/AN6	43	1	13	
5	PB4/AN4	41	1	11	
6	P16/*IRQ2	39	1	9	
7	P14/*IRQ0	37	1	7	
8	P21/RxD	35	1	5	
9	P87	33	1	3	E8接続
10	P85	31	1	1	E8接続
11	P83/FTIOC	29	2	2	
12	P81/FTIOA	27	2	4	
13	*NMI	25	2	6	E8接続
14	P75/TMCIV	23	2	8	
15	P57/SCL	21	2	10	
16	P12	19	2	12	
17	P10/TMOW	17	2	14	
18	P54/*WKP4	15	2	16	
19	P52/*WKP2	13	2	18	
20	P50/*WKP0	11	2	20	
21	P51/*WKP1	12	2	19	
22	P53/*WKP3	14	2	17	
23	P55/*WKP5/*ADTRG	16	2	15	
24	P11	18	2	13	
25	P56/SDA	20	2	11	
26	P/4/IMRIV	22	2	9	
27	P/6/IMOV	24	2	/	
28	P80/FTCI	20	2	5	
29	P82/FIIOB	28	Z	3	
30	P84/FIIOD	30	2		Fot在At
20		32		2	この技術化
32	P20/ 30K3	26		4	
33	P22/ TAU D15/#IPO1	30		0	
25		30		10	
26		40		10	
30	DB7/AN7	42		14	
38	DR2/AN2	44		16	
30	PRO/ANO	48		18	
40	VCL	4	1	20	

表2 H8/3694F ピン番号とマイコンボード拡張端子(term 8) ピン番号



図6 MB-H8A 接続コネクタと I /O拡張端子

■ リセット回路

リセットスイッチ(SW21)を押下するとマイコンのリセット端子が Low になりMCUに 外部リセットがかかります。



図7 リセット回路

◆参考:リセット動作の実際

図7のリセット回路を例に動作を説明します。

① パワーオンリセット

電源が投入されると、抵抗R22を通じてコンデンサC21を充電し、Reset端子 電圧は徐々に上昇します。電源電圧が十分に上昇してからマイコンが安定動作する 十分な時間が経過するとリセットは解除されます。

回路中のダイオードD21は、電源がオフになったとき速やかにコンデンサC2 1の電圧を下げて、次に電源が投入されたときに備える放電促進ダイオードです。

② マニュアルリセット

リセットスイッチ(Sw21)を押すとReset電圧端子はOvになります。パワー オンリセット時の「マイコンが安定動作する十分な時間を待って」は、リセットス イッチを押すことで実現します。リセットスイッチ(Sw21)を離すとReset端子 は電源電圧まで上昇する過程で電源電圧のある一定レベルを超えるとリセットが解 除されます。

抵抗R21はC21から大きな電流が流れて回路が損傷しないように電制限の役目をする電流制限抵抗です。

■ 電源回路

ACアダプタを使用してAC100vをDC5vに変換したものがDCジャック(J11) を通してマイコンボードに供給されます。

Power SW (SW11) をONにすると赤色LED (LED11) が点灯しDC5VがMCU回路に供給されたことを表示します。

Power SW (SW12) をONにすると赤色LED (LED12) が点灯しDC5Vが基本I/O回 路に供給されたことを表示します。



■ H-UD | 接続回路

E8a(またはE8)エミュレータ本体とユーザーシステム(マイコンボード:Seamark-I)を接続するコネクタ(CN3)とその周辺回路、プルアップ抵抗から構成されます。



図9 H-UDI接続回路



図10 E8a接続コネクタのピン配置

1.3 基本 I / O回路

基本 I / O部は、下記電子部品より構成されています。

- LED:4
- 圧電ブザー(他砺式):1
- ・ 半固定抵抗:1
- ・ タクトスイッチ(プルアップ抵抗のオン/オフ可能なジャンパーSW 付き):2
- DIPスイッチ(4回路):1
- 7セグメントLED:1
- トランジスタ用ソケット:1(トランジスタは未実装)
- 14ピンICソケット:1(今回の講座では74HC07APを搭載します)

LEDのを点灯/消灯、SWのオン/オフ操作時の入力端子の信号レベルの確認、TT L ICの使う実験する場合は、マイコンボードの I/O Power SW(SW12)をオンにします。

■ LED

基本 I / OボードのLED1~4 は、基本 I / O回路の Term1 の1番から4番 (/LED1~/LED4) を Low にすると点灯します。このときLEDには約10 mA の電流が流れるように 設計されています。表3の H8/3694F DC 特性からポート8を出力 Low としたときのポート 8 に流れ込む電流は最大で20.0 mA まで許容されていますので、ポート8 (大電流出力ポート)を使用するとLED1~4を Low アクティブで直接ドライブできます。

それ以外のポートを使用してLED1~4をドライブするとマイコンの出力ポート許容 電流の最大定格を超えてしまい、当該ポートが破壊される可能性があります。



項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位
				Min	Тур	Max	
出力 Low レベル	loL	ポート 8、SCL、SDA	Vcc=4.0~5.5V	—	_	2.0	mA
許容電流	.	以外の出力端子					
(1 端子あたり)		ポート8		—	_	20.0	mA
		#- H & SOL SDA				0.5	mA
		以外の出力端子					
		ポート 8	I	_	/	10.0	mA
		SCL, SDA		_	-/	6.0	mA
出力 Low レベル	ΣΙοι	ポート 8、SCL、SDA	Vcc=4.0~5.5V	_	1	40.0	mA
許容電流		以外の出力端子					
(総和)		ポート 8、SCL、SDA		_	\Box	80.0	mA
		ポート 8、SCL、SDA		_	7 [20.0	mA
		以外の出力端子			/ /		
		ポート 8、SCL、SDA		/		40.0	mA
出力 High レベル	— Іон	全出力端子	Vcc=4.0~5.5V	-/		2.0	mA
許容電流							
(1 端子あたり)				7	F	0.2	mA
出力 High レベル	— Σ Іон	全出力端子	Vcc=4.0~5.5V	7	_	30.0	mA
許容電流				/			
(総和)				7	<u> </u>	8.0	mA
			/			_	

表 3 H8/3694F DC特性

ポート8は、1端子あたりの出力 Low レベルの 許容電流(シンク許容電流)が 20mA あり、他 のポート端子に比べて許容電流値は大きい。

◆ 参考:LED回路の設計

下記回路のLEDの順方向電圧をVF、順方向電流をIFとするとLED回路の電流制限 抵抗Rは次式で求められます。



順方向電圧や順方向電流を正確に知るにはデータシートを参照する必要があります。 アバウトな計算をするときは、目安としては順方向電圧 VFを2.0v、順方向電流 IFを10 mAと考えて計算します。Vccを5.0vとすると電流制限抵抗は次式から算出できます。

 $R = (Vcc - VF) / IF = 3v / 10mA = 300 \Omega$

図 11 の回路では 330 Ωの抵抗が入っています。

■ 圧電ブザー

圧電ブザーは他励式ブザーです。外部から Term1 の6番(Bz) に一定周波数のパルス を入力すると圧電ブザーが鳴動します。



図12 圧電ブザー回路

■ 半固定抵抗

半固定抵抗(VR41)を廻すことで5vを分圧した電圧が Term1の5番(Volume)に 出力されます。



図13 半固定抵抗回路

■ タクトスイッチ

タクトスイッチ1 (SW71) とタクトスイッチ2 (SW72) にはプルアップ抵抗を 接続する/しないを設定できるジャンパSW (JP71、JP72) が取り付けてありま す。ジャンパSW (JP71、JP72) は、2と3を短絡するとプルアップ抵抗が Vcc に接続さ れます。プルアップ抵抗を接続した状態でタクトスイッチを押すと、Term4 の1番と2番に は、Low レベルの信号が出力されます。



図14 タクトスイッチ回路

■ DIPスイッチ

4回路を内臓したDIPスイッチはプルアップ用の集合抵抗が接続されています。4回路 のそれぞれのスライドスイッチを「ON」側へセットすると Term5 の1番から4番の各端 子は Low になります。



図15 DIPスイッチ回路

■ 7セグメントLED

7セグメントLED(7 seg101)はアノードコモンの7セグメントLEDです。シンク ドライバ(IC3: TD62083)を使ってドライブします。TD62083はインバ ータ方式のシンクドライバなので、各セグメントの制御端子 Term7の1番から8番(Seg.a ~Seg. dp)をHighにすると7セグメントLEDの各セグメントが点灯します。



図16 IC3: TD62083 (IC3) ピン接続図と基本回路図



図17 7セグメントLED回路

■ トランジスタ用ソケット

トランジスタやFETを接続するためのソケットで、電気的にはどこにも接続されていません。

■ 14 ピン | Cソケット: | C2

14 ピンICソケットの14 ピンが 5 v 電源(V c c) へ、7 ピンは 0 v (GND) に接続 されています。



図18 14ピンICソケット回路図

【実習1】基本 | / Oボードの動作確認

■ 下記電子デバイスのホットテストを実施します。E8aエミュレータは使いません。

①LED1~4
②7セグメントLED
③タクトスイッチ1,タクトスイッチ2

■ 手順

実習にあたり、まずACアダプタ(5.0v、2.1 ϕ 、センター+)をマイコンボードに 接続します。ボードの基本 I / O回路側の電源スイッチ(SW12)をONします。 基本 I / O回路側の電源LED(LED12)が点灯します。

- ① LED1~4のテスト:
 LED1~4の端子(Term1の1番(/LED1)から4番(/LED4))を順次GN
 Dへ接続します。
 ⇒ LED1からLED4は点灯しますか。
- ② 7セグメントLEDの端子(Term7の1番(Seg.a)から8番(Seg.dp))を 順次 Vcc に接続します。

⇒ 7セグメントLEDのセグメント a~dp は順次点灯しますか。

- ③ SW1、SW2のプルアップ抵抗が「ある」場合と「ない」場合について、当該 スイッチ端子(/SW1、/SW2)の電圧レベルを観測します。
 ⇒ スイッチ1のプルアップ抵抗用ジャンパ(JP71)の2番と3番をショートし てプルアップ抵抗を接続とした状態で、スイッチ1(SW71)を押したときは 0v、離したときは大よそ5vになりますか?
 - ⇒ スイッチ2についてもスイッチ1同様に確認します。

⇒ スイッチ1のプルアップ抵抗用ジャンパ(JP71)の1番と2番をショートし てプルアップ抵抗をVccから切り離した状態で、スイッチ1(SW71)を押 したときは0v、離したときは大よそ5vになりますか?

⇒ スイッチ2についてもスイッチ1同様に確認します。

◆ひとやすみ◆

手作業でLEDの点消灯やスイッチ状態(電圧レベル)を確認することを、 プログラムコードを書いて自動的に処理しているのがソフトウェアという ことができます。即ち、ソフトウェアとは、「**手作業を自動化したもの**」と いう見かたもできます。LEDの点灯/消灯方法やスイッチの状態確認方法 が手作業でできないということはソフトウェアの設計や動作確認ができな いということです。 **参考波形1**:スイッチ1 (SW1) がプルアップ抵抗なし、スイッチ2 (SW2) がプルアップ抵抗ありのときの各スイッチがオフ状態の電圧波形 (電圧レンジ CH1(SW1):20.0 mV/div CH2(SW2):5.0 V/div)

 Apilent
 プローブは10:1を使用

 5 v ?
 グローブは10:1を使用

 5 v ?
 SW1

 5 v ?
 5 v

 5 v ?
 SW2

 5 v 2
 5 v

 5 v 2
 5 v

 5 v 2
 5 v

 5 v 2
 5 v

 5 v 2
 5 v

 5 v 2
 5 v

 5 v 3
 SW2

参考波形2:スイッチ1(SW1)がプルアップ抵抗なし、スイッチ2(SW2) がプルアップ抵抗ありのときの各スイッチがオン状態の電圧波形



(電圧レンジ CH1(SW1): 20.0 mV/div CH2(SW2): 20.0 mV/div)

◆ 解説1:プルアップ抵抗の機能

電流は電圧の高いところから低いところへ流れます。水の流れと一緒です。

スイッチ1 (SW71)をオンするとほとんどの電流が電源 Vcc からプルアップ 抵抗 R71、そして短絡しているスイッチ1 (SW71)を通して GND に向かって流れ ます。電流がマイコン入力ポート側へほとんど流れないのはマイコンの入力ポート の内部抵抗が非常に大きいためです。このときマイコンポート側(Term4の/SW1) の端子電圧は0 vです。

スイッチ1 (SW71)をオフすると、電流は電源 Vcc からプルアップ抵抗 R71 を介 して電流は全てマイコンポート側へ流れます。スイッチ1 (SW71)がオフのためで、 このとき、Vcc (5 v) をプルアップ抵抗 (4.7 k Ω) と入力ポートの内部抵抗で分 圧するのでほとんど5 vに近い電圧となります。



◆ 解説2:プルアップ抵抗の値は?

プルアップ抵抗をどんどん小さくすると、限りなく Vcc に近い High レベル電圧 を生成できます。抵抗値の小さいプルアップ抵抗が、High レベルとしては良いプル アップ抵抗なのでしょうか?たとえば1 Ω のプルアップ抵抗を付けた場合はスイッ チを押したときは 5A (5v/1 Ω = 5A) も流れます。回路パターンが焼けて煙が出る でしょう。

それでは大きな抵抗を付ければいいのでしょうか?たとえば 1MQの抵抗を付け ると、スイッチを離したときはプルアップ抵抗の 1MQとマイコン入力ポートの内部 抵抗(MCU内部抵抗を仮に1MQとすると)で Vcc の 5v を分圧しますから、2.5 v となる計算です。スイッチをオフしたときの電圧レベルが 2.5v では High とも Low とも判定しない「不定」レベルです。

結局、プルアップ抵抗値はマイコンのDC特性で許容している入力 High レベル電 圧(H8/3694Fでは Vcc×0.8)より十分高く、かつスイッチをオンしたと きに流れる電流がスイッチ回路の許容電流を越えない(一般的には数ミリアンペア 程度)値に設定する必要があります。



MCU端子電圧 = Vcc × R/(R + R71)



2 HEWによる開発環境

2.1 概要

マイコンのソフトウェア開発では、エディタ、コンパイラ、エミュレータといったツール が必要です。さらに開発ニーズや各種マイコン特性に合わせて多種多様な組み合わせが必 要となります。統合開発環境 High-performance Embedded Workshop は、それらのツールを 使いやすく統合するフレームワーク です。

HEWによる開発環境構築例を図1に示します。



図1 HEWによる開発環境構築例

E8aエミュレータパッケージ付属のCD-ROMをインストールすると図2に示すHEW (High-performance Embedded system Workshop)の環境が提供されます。





図2 HEW (High-performance Embedded system Workshop) の環境

2. 2 E8a エミュレータパッケージ付属CD-ROMのインストール手順

① CD-ROM を開くと下記のような各種ファイルが見えます。



- ② HewInstMan.exe をクリックして起動します。
- ③ 1 of 3 Installer:「E8a Emulator Software」のインストール 表示された画面の指示に従って「次へ(N)」をクリックします。
 最後に下記画面が表示されます。「完了」をクリックします。

E8a Emulator Software V.1.05	Release 01
	InstallShield Wizard 0完了
	セットアップは、コンピュータへE8a Emulator Software のインストールを終了しました。
RENESAS	
	☑ 注意事項を表示する。
High-performance Embedded	
workshop*	
InstallShield	< 戻る(B) 完了 キャンセル キャンセル

「E8a Emulator Software」のインストールが完了すると、自動的に「**2 of 3 Installer**」 が実行されます。

 ④ 2 of 3 Installer: 「Renesas AutoUpdate Utility」のインストール 表示された画面の指示に従って「次へ(N)」をクリックします。



「Renesas AutoUpdate Utility」のインストールが完了すると、自動的に「**3 of 3 Installer**」 が実行されます。

⑤ **3 of 3 Installer**: [Renesas Flash Development Tool] のインストール

表示された画面の指示に従って「次へ(N)」をクリックします。言語選択画面では「Asia(Jananese)」にチェックをいれて、「Next >」をクリックします。

Renesas Flash Development Toolkit (v	4.07) – InstallShield Wizard 🛛 🔀
Select Language	Renesas
Language selection will determine the user documentation. International (English) Sia (Japanese) Asia (English)	language of the installed help and
	Delever Neter
InstallShield	
l	< Back Next > Cancel

⑥ ライセンスの認証

License 承認画面では「accept the terms of the license agreement」にチェックを入れて「Next >」をクリックします。

Renesas Flash Development Toolkit (v4.07) – InstallShield Wizard 🛛 🔀
License Agreement Please read the following license agreement carefully.
 「ソフトウェア使用許諾契約書」 お客様(以下、「甲」といいます)とルネサス エレクトロニクス株式会社(以下、「乙」といいます)とは、この「ソフトウェア使用許諾契約書」(以下 、「本契約」といいます)とともに提供されるソフトウェア及びそのマニュア ルにつき、以下の通り契約するものとします。 1. 用語の定義 (1) 「許諾ソフトウェア」とは、本製品に含まれるコンパイラ、アセンブラお よび関連する実行ブログラム及び「ライブラリ」並びにそのマニュアルをいい ます。 (2) 「指定システム」とは、甲が許諾ソフトウェアをインストールし、使用す るコンピュータシステムをいいます。 ② accept the terms of the license agreement! Print
Install5hield Cancel

- ⑦ オプション選択
 - オプション選択画面では「.mot」にチェックを入れて「Next>」をクリックします。

Renesas Flash Dev	elopment Toolkit	(v4.07) – InstallShield Wizard 🛛 🔀				
Select Options		RENESAS				
Setup requires you to make the following choices:						
Clean up old settings. This option removes any existing settings before						
Associate data files. Data files will open in FDT.						
🗹 . a20	🗹 .fpr					
💌 . a37	mot					
🗹.bin	.rec					
🗹 . cde	🗹 . s2					
🔽 . dd i						
		<a> 				

⑧ インストール終了

下記画面が表示されたら、「終了」をクリックします。

💊 High-performance Embedded	Workshopインストールマネージャ	×
Renesas	インストールが終了しました。 ■ツール製品のユーザ登録のお願い ルネサスではツール製品をご購入されたお客様にユーザ 登録をお願いしております。	
Multi installation	ご登録いただくと、以下のようなメリットがあります。 ・ツールニュース配信サービス ・技術サポートサービス	
High-performance Workshop* Switch over!	詳細は以下の「ツール製品のユーザ登録のご案内」ボタ ンをクリック!	
Non-active	ツール製品のユーザ登録のご案内 終了]

2.3 ワークスペースとプロジェクト

High-performance Embedded Workshopでは、ワークスペースとプロジェクトという概念 があります。

・ワークスペース

High-performance Embedded Workshopを用いてプログラムを作成する場合の、一番大き な管理単位です。ワークスペースには、最低1つのプロジェクトが必要で、この1つのプロ ジェクトは、ワークスペース作成時に自動的に作成されます。また、ワークスペースは複 数のプロジェクトを持つことができます。

・プロジェクト

プログラムを作成する場合、特定機能をライブラリ化してモジュールを階層化する場合 があります。このような場合、ライブラリ用のプロジェクトを作成、追加することができ ます。



2.4 HEWの起動

インストールが全て完了したら、HEW を起動します。

「すべてのプログラム (P)」> 「Renesas」 > 「High-performance Embedded Worksop」 > 「High-performance Embedded Worksop」を選択します。





次に示す「ようこそ!」画面が表示されます。下記の手順にしたがって新規プロジェクト の生成を行います。
2.5 新規プロジェクトの作成

新規プロジェクトを作成する手順を示します。

「ようこそ」画面で「新規プロジェクトワークスペースの作成」にチェックをいれて「O K」をクリックします。

ようこそ!		? 🛛
	● 新規プロジェクトワークスペースの作成(□)	ОК
×	Samual and a set of the set of t	キャンセル
	○ 最近使用したブロジェクトワークスペースを開く(□):	(
	○ 別のプロジェクトワークスペースを参照する(B)	

ワークスペース名は「h25_fukkou_mcu」、プロジェクト名は「project_010」とします。

新規プロジェクトワークスペース	2 🔀 🤉
プロジェクトタイプ プロジェクトタイプ Participation Parti	「h25_fukkou_mcu」を入力 ワークスペース名(W): h25_fukkou_mcu プロジェクト名(P): project_010 「project_010」を入力 ディレクトリ(D): C:¥WorkSpace¥h25_fukkou_mcu 参照(D)
y• Debugger only - no Tiny/Super L	CPU種別(©): H8S,H8/300 ツールチェイン(T): Hitachi H8S,H8/300 Standard 【】 H8S,H8/300 を選択
メロバティ	
	OK キャンセル

新規プロジェクトー1/9ーCPU	? 🛛
	ツールチェインパージョン: 7.0.0.0
	この7泊ジェクトで使うCPUのシリーズとタイプを選択して下さい。 CPUシリーズ: RS4 2600 2000 300H 300
	CPU\$/7*: 「3694F」を選択 36902 36911 36912 3694F 30976R 39086B
PP PP PP	選択したいCPUタイブがない場合は、ハードウェア 仕様の近いCPUタイプまたは"Other"を選択してく ださい。
< 戻る(B)	次へ(N) > 完了 キャンセル

新規プロジェクトー2/9ーオブション	? 🗙
	ゲローバルオフ ⁶ ションを指定します。 動作モード: Normal ・ アト・しス空間: ・ 年除算器指定: ・ テイン ⁶ ラリ作成方針: コート ⁶ サイス ⁶ 優先 ・ スタック計算サイス ⁶ : ミディアム(2byte) ・ 8bit絶対領域指定: Default ▼ F0 ●fault ▼ F0
< 戻る(<u>B</u>)	次へ(N) >完了キャンセル



◆ 参考 I/Oライブラリ使用: チェックを入れると標準入出力ライブラリを活用できます。 ヒープメモリ使用: ヒープメモリとはライブラリ関数 malloc,realloc,calloc,new で使用する領域のことで、チェックを入れるとヒープ領域管理用の関数 sbrk()を使用できます。 I/Oレジス夕定義ファイル: チェックするとC言語で記述した I / O定義ファイル ("iodef.h") を生成します。

シークの シークの シークの シークの	新規プロジェクトー4/9ー標準ライブラリ	? 🛛
		 ライフ・ラリ: C言語の選択(山): ○(089) ✓(untime:実行時ルーチン) ✓(new:メモリ操作用ライブラリ) ○ctypeh:文字操作用ライブラリ) ○mathf.h:数値計算用ライブラリ ○mathf.h:数値計算用ライブラリ(各関数に) ○stdarg.h:可変個の実引数アクセス用ライ ○stdib.h:標準処理用ライブラリ ○stdib.h:標準処理用ライブラリ ○stdib.h:標準処理用ライブラリ ○string.h:文字列操作用ライブラリ ○tring.h:文字列操作用ライブラリ ○ct有効 全て有効

新規プロジェクトー5/9ースタック領域	? 🗙
	スタックホ°インタアト°レス: (power-on reset) 『FF80 スタックサイス: パリン 完了 キャンセル

新規プロジェクトー6/9ーベクタ	? 🛛
	ヘ*ウタの設定を行います。 ▼ <u>*^ウタテーブル定義</u> ^*ウタハンド ラ <u>ハンドラ ^*ウタ</u> PowerON_Reset 0 Power On Rese
< 戻る(<u>B</u>)	次へ(N) > 完了 キャンセル

新規プロジェクトー7/9ーデバゥガ	? 🔀
	<u>ターケットキイア・ 300H</u> ターケットキイア・ 300H ターケットキイア・ 300H ターケットトライフ・ 3694F
< 戻る(B)	次へ(N)> 完了 キャンセル

新規プロジェクトー8/9ーデバッガオブション	? 🔀
	ターゲット名: H8 Tiny/Super Low Power E8a SYSTEM 300H コア: くsingle core> コンフィグレーション名: Debug_H8_Tiny_Super_Low_Power_E8 詳細オフ [®] ション: Item Setting 度更(M)
< 戻る(B)	次へ(N) > 完了 キャンセル



「概要」画面で「OK」をクリックします。



新規プロジェクトの生成が完了です。次のプロジェクト project_010のHEW初期画面が 表示されます





PC上のフォルダ構成

新規プロジェクト「project_010」の生成が完了するとパソコンの「WorkSpace」フォル ダの中に「h25_fukkou_mcu」というワークスペースが、その下部に「project_010」とい うプロジェクトが生成されます。

2.6 コーディング、ビルド(ロードモジュールの生成)

図 4 にHEWのメインウィンドウを示します。メインウィンドウには3つのウィンドウ があります。それぞれワークスペースウィンドウ、エディタウィンドウ、アウトプットウ ィンドウと称します。このメインウィンドウでコード生成、ビルド(コンパイル/アセン ブル/リンク)を行います。



図4 HEWのメインウィンドウ

【実習2】スイッチ1(SW1)の操作でLED1が点灯/消灯するプログラムを作成します。

ワークスペースウィンドウでソースコードの生成・ビルドを行い、ダウンロードモジュ ールを作成します。

①LED1:P80(ポート8の第0ビット)に出力ポートとして割り付けます。
 ②SW1:P10(ポート1の第0ビット)に入力ポートとして割り付けます。

ポートを入力として使用するか、出力として使用するかはポートコントロールレジス タ(PCR)で指定します。ポートコントロールレジスタは、読み書き専用ポート以 外は各ポートごとに用意されており、1で出力ポート、0で入力ポートに切り替わり ます。使用に先立って入力/出力の設定が必要です。一般には「hwsetup.c」ファイル の中で設定します。

ポートコントロールレジスタ8 (PCR8)

PCR8 はポート8 の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCR87	0	w	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを1にセットす
6	PCR86	0	w	ると対応する端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートとなりま
5	PCR85	o	w	¢
4	PCR84	o	w	P80(LED1)は出力ポートなので0を1に書き換える。
3	PCR83	0	w	コーディング例
2	PCR82	0	w	$\mathbf{IO} \mathbf{D} \mathbf{C} \mathbf{P} 0 = 0 \cdot 0 1^{*}$
1	PCR81	0	w	10.PCR8 = 0x01,
0	PCR80	0	W	

ポートコントロールレジスタ1(PCR1)

PCR1 はポート 1 の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに 選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCR17	0	w	PMR1 により汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを 1
6	PCR16	0	w	にセットすると対応する端子は出力ボートとなり、0にクリアすると入力ボー
5	PCR15	0	w	トとなります。
4	PCR14	o	w	ビット3はリザーブビットです。
3	_	_	_	
2	PCR12	0	W	P10(SW1) は入力ポートなので0を0に書き換える。
1	PCR11	0	w	コーディング例
0	PCR10	0	W	IO.PCR1 = $0x00;$

ポートデータレジスタ8 (PDR8)

PDR8 はポート8 の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P87	0	R/W	汎用出力ポートの出力値を格納します。
6	P86	0	R/W	このレジスタをリードすると、PCR8 がセットされているビットはこのレジス
5	P85	0	R/W	タの値が読み出されます。PCR8 がクリアされているビットはこのレジスタの
4	P84	0	R/W	値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
3	P83	0	R/W	LED1(P80)が点灯のとき0 (Low)、消灯のとき1
2	P82	0	R/W	
1	P81	0	R/W	(High)を書きより。
0	P80	0	R/W	コーディング例
		•		IO.PDR8.BIT.B0 = 0; /* LED1 点灯 */

ポートデータレジスタ1(PDR1)

PDR1 はポート1 の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	P17	0	R/W	PDR1 はポート 1 の出力値を格納するレジスタです。
6	P16	0	R/W	このレジスタをリードすると、PCR1 がセットされているビットはこのレジス
5	P15	0	R/W	タの値が読み出されます。PCR1 がクリアされているビットはこのレジスタの
4	P14	0	R/W	値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
3	_	1	_	ビット3はリザーブビットです。リードすると常に1が読み出されます。
2	P12	0	R/W	
1	P11	0	R/W	
0	P10	_0	R/W	
	•		<u> </u>	•

SW1を押すとP10には0 (Low)、離すと1(High)が入力されます。 P10のc言語での記述: IO.PDR1.BIT.B0

■ 手順

- ① hwsetup.c内にLED1のP80を出力ポートに設定するコードを書きます。
- ② hwsetup.c内にSW1のP10を入力ポートに設定するコードを書きます。



③ project_010.c 内の関数 main()内にSW1がON(押す)ならLED1点灯、SW1がOFF(離す)ならLED1消灯するように動作するプログラムコードを書きます。これらのコードが繰り返し実行されるように繰り返し文で構成します。



④「全てビルド」を実行します。

🖗 SAMP	LE – Hie	h-perfo	rmance Embe	dded Wo	rkshop					
ファイル(E)	編集(<u>E</u>)	表示⊙	プロジェクト(<u>P</u>)	ビルド(<u>B</u>)	デバッグ(<u>D</u>)	基本設定(U)	ツール①	テスト(<u>S</u>)	ウィンドウѠ	1
🗋 🗅 📂	80	8 X	🖻 💼	🌳 🦳		• 891	6 A	₩ 🏾	🎬 📇 👗	1
•	<u>16</u> <u>10</u>	82.	P ET	et et e		↓ {} ∰ ∰ I _{PC}	ы _{РС}		\land	
									_/ _	
								すべてを	ビルド	

⑤正常に終了するとアウトプットウィンドウに下記メッセージが表示されます。
⑥エラーが発生したらエラー発生要因(コーディングミス等)を取り除いてから、再度
④に戻って実行します。



◆ 参考:ビルドについて

ビルド処理の一般的な流れを以下の図に示します。ビルドの各フェーズにおいて、1 セットのプロジェクトファイルについてビルド処理を行います。それが完了すると、次 のフェーズに移ります。

下記の例では、第一のフェーズがコンパイラ、第二のフェーズがアセンブラ、そして 最後のフェーズがリンケージエディタです。コンパイラのフェーズでは、プロジェクト のC/C++ソースファイルを順次コンパイルします。アセンブラのフェーズでは、アセンブ リ言語のソースファイルを順次アセンブルします。リンケージエディタのフェーズでは、 すべてのライブラリファイルと、コンパイラフェーズとアセンブラフェーズからの出力 ファイルをリンクして、ロードモジュールを作成します。



2.7 E8a を使用したデバッグの準備

① ケーブル接続

E8a 本体をパソコンとマイコンボードに接続します。パソコンとE8a本体間は付属のUSBケーブルで、E8a本体とマイコンボード間は付属の14ピンユーザーインタフェースケーブルで接続します。



パソコンとE8a本体をUSBで接続したとき、E8aドライバをインストールするため に下記の画面が表示されることがあります。画面の手順とおりE8a付属のCD-ROM を挿入して「次へ(N)」をクリックします。

新しいハードウェアの検出ウィザード					
	新しいハードウェアの検索ウィザードの開始				
	このウィザードでは、次のハードウェアに必要なソフトウェアをインストールします: E8a				
	② ハードウェアに付属のインストール CD またはフロッピー ディ スクがある場合は、挿入してください。				
	インストール方法を選んでください。				
	○ソフトウェアを自動的にインストールする(推奨)① ○ 一覧または特定の場所からインストールする (詳細)(S)				
	続行するには、D次へ] をクリックしてください。				
	< 戻る(13) (次へ(12) > (キャンセル)				

ドライバのインストールが終了すると下記画面が表示されます。



② エミュレータとの接続

デバッグセッションを「Debug」から「SessionH8_Tiny_Super_Low_Power_E8」に切り替 えると「エミュレータ設定」画面が表示されます



「エミュレータ設定」画面ではデバイスが「H8/3694F」であることを確認のうえ下記の モードを選択し「OK」をクリックします。



♦ 参考

エミュレータ起動モードの説明

【フラッシュメモリデータを消去して起動】

本モードは、ターゲットデバイスのフラッシュメモリ内にE8エミュレータ用プロ グラムが存在しない場合に使用します。E8aをはじめて起動するときや、E8aエ ミュレータソフトウェアバージョンアップの際、またIDコードを変更したい場合、 こちらを選んでください。

【フラッシュメモリデータを保持して起動】

本モードは、ターゲットデバイスのフラッシュメモリ内にE8エミュレータ用プログ ラムが存在している場合に使用します。入力するIDコードは上記で設定したコード を入力してください。間違ったコードを入力すると、フラッシュメモリ上のプログラ ムを全て消去します。

【フラッシュメモリデータの書込みのみ】

本モードは、フラッシュメモリのライタとしてE8aエミュレータを使用します。プ ログラムのデバッグはできません。

ダウンロードするロードモジュールをワークスペースに登録し、ダウンロードしてく ださい。 「電源」画面が表示されます。ACアダプタから電源を供給しますので、チェックをいれないまま「OK」を選択します。

電源	
□ エミュレータから電源供	ŧ給(<u>P)(最大 300 m A)</u>
■圧選択 ● <u>3.</u> 3 V	C 5.0 V
ОК	キャンセル
	◆ 参考
	マイコンボードの電源供給を
	をACアダプタではなくエミ
	ュレータ (パソコンのUSB)
	から供給する場合は、チェック
	を入れます。

「E8AH8」画面が表示されます。

🔲 E8 AH	18
♪	ターゲットボードの電源を入れてから <enter>キーを押してください。</enter>
	OK キャンセル

マイコンボードのDCジャック(J11)にACアダプタが挿入されていることを確認のうえ、 MCU回路のパワースイッチ(SW11)、基本I/O回路のパワースイッチ(SW12) をONにして Power LED が点灯したことを確認してから「OK」をクリックします。 「システムクロック」画面で「OK」をクリックします。

システムクロック	? 🗙
システムクロック(<u>S</u>)	L. C.
10.00	MHz
ОК	キャンセル

「IDコード」画面で「OK」をクリックします。

ID⊐ – F	? 🛛
ID⊐ードΦ	
DESA	
ОК	キャンセル

マイコンボードとE8 a の接続が成功するとアウトプットウィンドウに「Connected」が表示されます。



③ 接続完了時のメインウィンドウ

マイコンボードとE8aの接続が完了するとアウトプットウィンドウに「connect」の表示とともに下記のようにターゲットと接続完了したときにのみ表示されるデバッグツールバーやデバッグランツールバーと「Download module」フォルダが見えるようになります。



主なツールバーの説明



④ ダウンロード

ツールバーの「デバッグ」から下記のようにダウンロード対象モジュール名 (project_010.abs)をクリックします。ロードモジュールがMCUへダウンロードされま す。



ダウンロードが完了するとエディタウィンドウの「ソースアドレス」欄にアドレスが見えます。





2.8 プログラムの実行

① CPUの初期化

デバッグランツールバーの「CPUリセット」をクリックすると、プログラムカンタ(PC)は初期化されます。すなわちプログラムカウンタは実行するプログラムの先頭アドレスを示します。エディタウィンドウに黄色のバーが表示されますが、この黄色のバーが示すアドレスの命令コードが次回実行される命令コードになります。

② プログラムの実行

デバッグランツールバーの「実行」をクリックすると、プログラムは実行されます。

③ プログラム停止

プログラム実行中にだけ表示されるデバッグランツールバーの赤い「STOP」をクリック するとプログラムは停止します。プログラムが停止すると、停止した命令コードの次回実 行アドレスにある命令コードを黄色のバーが表示します。

④ ブレーク設定

ブレーク設定にはソフトウェアブレークとハードウェアブレークがあります。

■ ソフトウェアブレーク

ソフトウェアブレークは、ブレークしたい番地の命令を停止命令に書き換えることで実現します。当該番地がRAM上にある場合は問題ありませんが、フラッシュメモリ上にある場合はフラッシュメモリ書き換え機能を使ってフラッシュメモリ上の命令を停止命令に書き換えます。

フラッシュメモリには最大書き込み回数という制限があります。したがって、頻繁にソフ トウェアブレークを使用するのはマイコンの信頼性という観点からあまりお勧めはできま せん。

■ ハードウェアブレイク

ハードウェアブレークはマイコン内蔵の H-UDI (ヒューマン・ユーザーデバッグインタフ アフェース:内蔵デバッグ機能)を使用します。H-UDI はブレーク設定した命令の番地を 常に監視しており、設定番地とメモリアクセスアドレスが一致するとプログラムを停止さ せます。



【実習3】実際にロードモジュールをダウンロードしてプログラムを実行し、プログラム 動作を確認しましょう。

実習2で作成したロードモジュール「project_010. abs」をダウンロードしてプログラム を実行します。

■ 手順

① マイコンボード上で回路を作る。



- ② 「project_010. abs」をダウンロードします。 ⇒ 「8.4 ④ダウンロード」参照
- ③ エディタウィンドウの「ソースアドレス」欄にアドレスが表示されていることを 確認します。
- ④ [標準]ツールバーの「CPUリセット」をクリックします。0x0400番地のソース コードに黄色のバーが表示されます。

🔶 res	etprg.c		
行番	ソースアドレス	E., S., ソース	
44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55		//#ifdefcplusplus //extern "C" { //#endif //extern void _CALL_INIT(void); //extern void _CALL_END(void); //#ifdefcplusplus //} //#endif #pragma section ResetPRG	// Remove the comment when you use globa // Sections C\$INIT and C\$END will be gen ;
56 57 59 60 61 62 63 64 65 65	0400 0404 0406	<pre>centry(vect-u) void Powerow_w set_imask_ccr((_UBYTE)1); _INITSCT(); // _CALL_INIT(); // _CALL_INIT(); // _INIT_IOLIB(); // errno=0; // errno=0;</pre>	// Remove the comment when you use s // Enable I/O in the application(bot // Remove the comment when you use e
66 67 88		// srand(_UIN))); // _s1ptr=NULL;	// Remove the comment when you u // Remove the comment when you use s

- ⑤ [標準ツールバー]の「実行」をクリックします。プログラムが実行されます。RU
 N状態になります。[標準ツールバー]の「STOP」が赤で表示されます。
- ⑥ RUN状態でSW1の操作に対するLED1の点灯/消灯状態を確認します。
 - ・SW1を押したとき、LED1は点灯しますか?
 - ・SW1を離したとき、LED1は消灯しますか?
 - ・リセットスタート後のLED1は消灯していますか?



【課題2】CPUリセット後の「実行」でLED2が点灯、SW2を押すとLED2は消灯、SW2を離すとLED2は点灯プログラムを作成してデバッグして動作を確認しましょう。

3

シリアルインターフェース



3.1 概要

シリアル通信とは、一般的にパソコンとモデムなどの機器を接続して通信を行うために 考えられた手段です。データを1ビットごとに送受信し、8ビット分のデータがそろった時 点で1バイトのデータとして扱います。シリアル通信は、古くから汎用インタフェースと して使用されてきました。たとえば、モデム・インタフェースとしての規格として考えら れた RS-232C はパソコンなどに標準で装備されており、外部への通信手段として使用する ことができます。また、組込みシステムの開発では、モデムなど外部との通信インタフェ ースとしての用途だけでなく、図1のようにパソコンと基板を接続しシリアル通信を利用 しデバッグを行うことがあります。



図 1 基板と PC 間のシリアル通信

近年ではシリアル通信の高速化が進み、イーサネット、IEEE1394 や USB などの高速通信 が主流となってきています。**表 1** にいくつかのシリアル通信規格の用途をまとめます。

規格	用途				
BS 3320	モデム・インタフェースの標準規格であり、シリアルポートにモ				
R3-2320	デムを接続して電話回線経由でのデータ通信を行う。				
イーサネット	100Mbps、1Gbps の通信速度をもち主に TCP/IP ネットワークの				
(IEEE802.3)	LAN 用プロトコルとして使用される。				
	100M、200M、400Mbpsの転送速度が規定化されており、映像や				
IEEE 1394	音声などの大量のデータ転送に使用される。				
	1.5Mbps, 12Mbps の通信速度をもち、主にマウスやキーボード				
036	などのパソコンの周辺機器に使用される。				

また、シリアル通信のほか、パラレル通信といわれるものもあります。これは、一度に8本の配線を使用して1バイトのデータを送る手段です(図2)。パラレル通信のほうがシリアル通信よりも速くデータを送信することができます。しかし、データ通信は一般的に長距離のものが多く、配線コストがかからないものを選択することがしばしばあります。そこで、配線本数が多く、ケーブルそのものも太くなってしまうパラレルより、受信・送信・グラウンドの3本の配線で通信のできるシリアル通信が選択されるのです。



図 2 シリアル通信とパラレル通信

3.2 同期通信と非同期通信

シリアル通信は、送信側と受信側で同期を取りながらデータの送受信を行います。

では、なぜ通信をするために同期が必要なのでしょうか。身近な例で考えてみましょう。 私たちがキャッチボールをするとき、突然ボールを投げると正しくキャッチすることが できないので、相手に何か合図をします。合図を出すことによりキャッチボールが成立し ます。シリアル通信においても、キャッチボールのように合図を出すことにより、通信を 成立させることができます(図1)。この合図を出し合うことを「同期をとる」といいます。

データを送信する側は、データを一定間隔で送信することができたとしても、受信側に はどのタイミングでデータの送信が開始され終了するのかがわかりません。そのためにシ リアル通信には送受信の制御をするための基本的な手段が用意されています。

代表的な手段として、同期通信と非同期通信の2つの通信手段があります。この2つの 通信手段については次項で詳述します。



図 1 シリアル通信の同期

3.2.1 同期通信

同期通信は、データ線と制御信号線の配線をもっており、データを送っていないときも一 定の速度で通信を行うために制御信号を送り続ける通信手段です。この制御信号のことを クロックといいます。同期通信では、データをこのクロックに合わせて送信します(図2)。 同期通信は、同期をクロックで行います。クロックの立ち上がり、立下りタイミングでデ ータの送信・受信をおこないます。全二重通信を想定した場合、信号線はデータ線2本と クロック線1本の合計3本が必要です。1バイトデータの送信・受信には連続した8個の クロックで行います。クロックに同期するという意味で**クロック同期式通信**と呼ばれます。

特徴

・3線(送信線、受信線、クロック線)

・調歩同期式通信方式に比べて、スタートビット、ストップビットがない分だけ伝送効率 がよい。



図 2 同期通信のタイムチャート

3.2.2 非同期通信

非同期通信は、制御信号線がなくデータ線のみの通信となります。しかし、データを送 受信するためには、同期をとるための信号が必須です。そのため、非同期通信では 1 バイ トのデータを送信するために最初と最後に合図となるデータを付加し、制御信号としてい ます(図 3)。

非同期通信では、データを送信していないとき、常にデータ線を「1」の状態を保ちます。 これをアイドル状態といいます。送信側はデータの送信をはじめるとき、まずデータ線を 「0」にします。これをスタートビットといいます。受信側はこのデータを受け、その後の データの通信スピードを決定します。送信側は1 バイト分のデータを送信し終わるとデー タ線を「1」の状態にします。これをストップビットといいます。ストップビットは1ビッ ト以上の長さのデータを送ります。

調歩式(非同期式)は「歩みを調える」方式ですから、同期対象をクロックに求めずそれ ぞれのデータの直前に1ビット分のスペース(スタートビット)を付加して、このスペー スで通信開始タイミング計り、事前に決めた通信速度でスペースに続くデータをサンプリ ングします。通信速度で決定される1ビット長を厳守する必要があります。クロックに同 期しないという意味で非同期式通信また**調歩同期式通信**(Universal Asynchronus Receiver/Transmitter (UART))と呼ばれます。 特徴

- ·2線式(送信線、受信線)
- クロック線が不要
 同期式に比べると、スタート、ストップのタイミングビット分だけ伝送効率は悪い。



図 3 非同期通信のタイムチャート

3.2.3 シリアルの通信の初期化

パソコン上でシリアル通信をするためにはさまざまな設定を行います。組込みシステム では、電源投入時またはシリアル通信を使用する前にシリアルの初期化をしなければなり ません。**表 2**は、非同期通信の設定仕様例です。

設定項目	設定内容
① ビットレート	38400bps
② データ長	8ビット
③ パリティビット	なし
④ ストップビット	1ビット
⑤ フロー制御	なし

表 2 非同期通信の設定値例

- ビットレートは、一秒間当たりに送るデータの量をビット数で示したものです。単位は bps (bit per second)を使用します。
- ② データ長とは、スタートビットとストップビットを省いた実際のデータ長のことを 言い、「5 ビット~8 ビット」のデータ長を選択することができます。大抵のシステ ムでは7ビットもしくは8ビットを選択します。
- ③ パリティとは、送信データ中にデータの喪失がないかをチェックするためのものです。
 偶数パリティ、奇数パリティ、なしの選択ができます。
 パリティチェックは送

信したデータ内に 1 のデータがいくつあるかを数え、送信側と受信側でデータの比較をする方法です。

- ④ 1バイトのデータ送信の完了を示すために付加するビットの数を指定します。1ビットまたは2ビットを選択します。
- ⑤ フロー制御とは、受信側の処理が間に合わずデータを取りこぼしてしまいそうなとき、送信側のデータを送信する速度を遅くしたり、止めたりする機能です。フロー制御には「XON/XOFF」、「ハードウェア制御」があり、XON/XOFFを選択した場合は、データの送信停止要求及び再送要求ができます。ハードウェア制御を選択した場合は、データ線とは別に制御線を用意してフロー制御を行います。

このような設定を行うことで非同期通信を使用することができます。

注意:最近はLSBから送信する方式(LSBファースト)が主流のようですが、MSB から送信する方式(MSBファースト)もあるので、データ送信方向(LSBファースト /MSBファースト)の確認も必要です。

◆参考

調歩同期式通信とRS-232-Cは同義と捕らえがちですが、RS-232-CはOSI参照モデルの物理層にあたる部分の仕様です。コネクタの形状、Low(0)/High(1)の電気的表現方法、信号の論理的特性などが決まっています。

現在では多くのパソコンで標準の入出力インターフェースとして RS-232-C を採用しており、さらに通信方式として調歩同期式通信を使っているため、「調歩同期式通信 = RS-232-C」と誤解されているようです。

4 距離データの応用



4.1 概要

FPGAボードで計測した距離データをマイコン側で受信して、当該距離に応じた警報 を発するシステムを構築します。

■ システムブロック図

図1にシステムブロック図を示します。FPGA ボードとマイコンボードの通信距離が長 い場合はFPGA 基板の RS-232-C コネクタ(J3)から RS-232-C ケーブルを使用してマイコ ンボードと通信を行うという方法もありますが、今回は近接したボード同士での通信なの で、RS-232-C ケーブルを介さずに、FPGA ボードの送信ポート(P70)とマイコンボードの RxD 端子(P21)を直接接続して通信を行います。



図1 システムブロック図

■ システム仕様

①通信:調歩同期式 UART (FPGA からマイコンへ一方向通信)
 ②マンマシンインタフェース:

距離データに応じて

- ・警報(圧電ブザー)を鳴動
- ・LED を点滅
- ・7セgメントLED1桁に距離を表示

4.2 ソフトウェア詳細仕様

■ FPGAボードとマイコンボード間の通信

FPGAとマイコンボード間は図2に示す6バイトのデータを受け渡しを行います。

BYTE	1	2	3	4	5	6
	SOD	1000	100	10	1	EOD
	StartOfData	mm	mm	mm	mm	EndOfData
	0x42(B)		0x00~0x09 × 4			0x45(E)
	BinaryData					
	0x44(D)		0x30~0;	x39 × 4		0x45(E)
	DecimalData					

図2 FPGA・マイコンボード間データフレーム

通信の例:42.8cmのとき

Binaary Data :0x420x000x040x020x080x45Decimal Data :0x300x300x340x320x380x45

■ 通信プロトコル

•	Baud	Rate	:	38400bps
---	------	------	---	----------

- ・Data Bits :8 (LSBファースト)
- Stop Bit :1
- Parity Bit : none
- Xon/Xoff : none

■ 制御周期タイミングチャート

設定する t₁のタイミングチャートを図3に示します。



t₁を表1に示します。

入力值範囲(cm)	入力値<10	10≦入力値<20	20≦入力値<30))	90≦入力値<100	100≦入力値
t ₁ 設定値(ms)	0	100	200	$\langle \langle$	900	1000

表1 t₁設定値

■ 7 segment LED

・距離単位(cmとm)を区別するためにセンチメートル表記のときは dp を点灯、メートル表記のときは dp を消灯します。

入力値と 7seg. LED に表示する数字の関係を表 2 に示します。

入力值範囲(cm)	入力値<10	10≦入力値<20	// 6	90≦入力値<100	100≦入力値<2	200 \\	800≦入力値<900	900≦入力値			
7seg. LED表示	Di	Β.		Bi			8	8			
表2 入力値と7seg. LED に表示する数字の関係											
■ 圧電ブザー											
t ₁ の周期で圧電ブザーが鳴動します。					どのLEDが点滅するかは、P80 端子を 基本 I /O基板の Term1 の/LED1 から						
■ LED				/LEI	/LED4 のどの接続するかで決まります。						

t₁の周期でLEDが点滅します。
4.3 マイコンの端子配置

表3にマイコンの端子定義表を示します。

端子定義表

ターゲット:H8/3694F

Pin No	ā	28	1/0	Reset時 の状 き	编子記号	缩子名称	1/0	機能	INZ時の 状態	備考
1	A	VCC	Ι	н						
2		X2	0							
3	:	X1	1							
4)	/CL	1	н						
5	//	RES	1	L		/RES	1	リセット	н	
6	Т	EST	1	L						
7	1	/ss		L						
8	0	SC2	0				+			
9	0	SC1					+			
10	1	/cc	1	н			+			
11	P50	/WKP0	1/0	X	P50	汎用入出力ポート	0	7 seg LED[a]讨広	L	
12	P51	/WKP1	1/0	Ê	P51	別目入出カポート		7 see LED[b]対応		
13	D50	/\\\	1/0	⊨ ⊋ –	P52	初日入出力ポート		7 see. LED[o]対応		
14	DE2	/1002	1/0	⊢≎ –	P53	初日に出力ポート		7sec.LED[d]MAS		
15	DEA		1/0	⊢≎ –	P54	汎用1出力ポート				
10	- 104 DEE		100	<u> </u>	104	<u>ладара-</u> г	+•	7 Sec. LEDTel XIM	<u>_</u>	
16	F95	/WKF9	1/0	X	P55	汎用入出力ポート	0	7 seg. LED [1] 対応	L	
17	D10	TMOW	1/0							
10		11/10/07	1/0	<u>⊢ ⊹</u> –			+			
10		11 M.O.	1/0				+			
19		12	1/0	X	DEC	1000101-201				
20	P50	SDA 001	1/0		P50	汎用人出力ホート		7 Seg. LED [g] 对応		
21	P57	SUL	170	X	P57	汎用人出力ホート		7seg.LED[dp]対応	L	
22	P74	TMRIV	1/0	X			—			
23	P75	TMCLV	1/0	X						
24	P76	TMOV	170	X	TMOV	タイマ۷出力端子	0	ブザー出力制御	н	
25	/	NMI					_			E8接続使用
26	P80	FTCI	1/0	X	P80	光用人口~~~		LED出力制御	L	
27	P81	FTIOA	170	X		$\langle \rangle$			_	
28	P82	FTIOB	1/0	X	\\		1	0 DOF THE		
29	P83	FTIOC	1/0	X			erm	18 の27 金ビン	4	
30	P84	FTIOD	1/0	X		\square \searrow			_	
31	F	°85	1/0	X		<u>m</u>	い正し	1°) /		E8接続使用
32	F	P86	1/0	X		1erm8 0/28	ち省し			E8接続使用
33	F	°87	1/0	X						E8接続使用
34	P20	SOK3	1/0	X						
35	P21	RXD	1/0	X	RxD		1	uart受信端子	н	
36	P22	TXD	1/0	X						
37	P14	/IRQ0	1/0	X						
38	P15	/IRQ1	1/0	X						
39	P16	/IRQ2	1/0	X			$\overline{}$			
40	P17	/IRQ3	1/0	×			\square			
41	DD4		\vdash				+			
41			⊢¦−	- ÷ -			+	\vdash		
42	- B0	ANG								<u> </u>
43	FB0	AND					+	Term8	の8番と	ニン ―
44	PB/	AN/		<u>×</u>			—			
45	PB3	AN3		X			_			
46	PB2	AN2		X						
47	PB1	AN1		X			—			
48	PB0	ANO		X						
Ж Н:Н	igh L	:Low)	$C \mathcal{N}$	イインビータ	シス					

表3 マイコンポートのピンアサイン表

4. 4 システム構成上の問題点

FPGA ボードの TxD 端子の信号レベルは High のとき 3.3v です。FPGA 側で High を出力し てもマイコン側では必ずしも High と認識しません。マイコン側では最低でも 3.5v (Vcc × 0.7 = 3.5v) 以上ないと High レベルと認識しません (表 4 参照)。

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Тур	Max		
入力 High	Ин	RES, NMI	Vcc=4.0~5.5V	Vcc×0.8	_	Vcc+0.3	V	
レベル電圧		WKP0~WKP5						
		IRQ0~IRQ3						
		ADTRG						
		TMRIV, TMCIV						
		FTCI, FTIOA		Vcc×0.9		Vcc+0.3	V	
		FTIOB, FTIOC						
		FTIOD						
		SCK3						
		TRGV						
		RXD, SCL, SDA	Vcc=4.0~5.5V	Vcc×0.7	—	Vcc+0.3	V	
		P10~P12						
		P14~P17						
		P20~P22						
		P50~P57		Vcc×0.8	_	Vcc+0.3	V	
		P74~P76						
		P80~P87						
		PB0~PB7	AVcc=4.0~5.5V	AVcc×0.7	—	AVcc+0.3	۷	

表4 H8/3694FのDC特性

図4からマイコンボード側では、1.0vから3.5v間は「不定」であることがわかります。FPGA の送信データの3.3v(Highレベル)を何とかして5v程度までレベル変換する必要があり ます。



図4 FPGAの出力信号レベルとマイコンボードの入力信号レベル

■ 対策

FPGA ボードの TxD 端子の 3.3 v を 5.0v 信号に変換するために、電圧レベル変換回路を介してデータの送受信を行います。



図5 電圧レベル変換

今回の電圧レベル変換回路には、汎用ロジック IC「74HC07」を使用します。FPGA ボードの TxD 端子には 0/1 のデータとして 0.0v/3.3v の電圧レベルの信号が出力されます。

74HC07 の出力は、図 10.6 の Truth Table(真理値表)および System Diagram から Nch オープンドレイン回路になっていることがわります。したがって出力端子にはプルアップ 抵抗が必要です。3.3v を 5.0v にレベル変換しますのでプルアップ抵抗は 5 v に吊ります。

74HC07 の Vcc をいくらにするかを検討します。マイコンボードの 14 ピンソケット(IC2) は、14 番ピンは 5v、7 番ピンが GND につながっています。表 10.6 から、Vcc が 4.5 v のと き入力信号レベルが 3.15 v 以上ないと High レベルとは認識しないことがわかります。こ のことから Vcc を 5 v にした場合は入力信号レベルは 3.5 v 以上程度は必要と推測でき ます。74HC07 の Vcc を 5 v にした場合は、FPGA の High のレベル 3.3 v を High と認識で きない可能性があります。このような理由からここでは 74HC07 の Vcc を F P G A ボー ドから供給するとして 3.3 v にします。汎用ロジック IC 74HC07 の電源(74HC07 の 14 番ピン)には 3.3 v を印加します。





Vcc が 4.5 v のとき入力信号レベルが 3.15 v 以上な いと High レベルとは認識しないことがわかる。

			\sim								
Characteristics	Symbol	n n			Ta = 25°C			Ta = -40 to 85°C		Unit	
Characteristics	Symbol			V _{CC}	Min	Тур.	Max	Min	Max	Unit	
				$\overline{\ }$	2.0	1.50	—	—	1.50	-	
High-level input voltage	VIH		_		4.5	3.15	—	—	3.15	—	V
				6.0	4.20	—	—	4.20	—		
Low-level input voltage					2.0	_	—	0.50	—	0.50	
	VIL	_			4.5	—	—	1.35	—	1.35	V
					6.0	—	—	1.80	—	1.80	
	V _{OL}	VIN = VII	I _{OL} = 20 μA	2.0	_	0.0	0.1	_	0.1		
					4.5	_	0.0	0.1	_	0.1	
Low-level output voltage					6.0	_	0.0	0.1	—	0.1	V
-			I _{OL} = 4 mA		4.5	_	0.17	0.26	Ι	0.33	
			I _{OL} = 5.2 mA		6.0	_	0.18	0.26	—	0.33	
Output off-state	107	VIN = VIH	l or VIL		6.0	-	_	+0.5	_	+5.0	щΑ
current	102	Vout = \	/cc		0.0			10.0		10.0	μοι
Input leakage current	IIN	V _{IN} = V _C	V _{IN} = V _{CC} or GND		6.0	_	_	±0.1	_	±1.0	μА
Quiescent supply current	Icc	VIN = VC	C or GND		6.0	_	_	1.0	_	10.0	μА

表6 74HC07のDC特性の一例

【実習4】 電圧レベル変換回路の設計

マイコンボードの基本 I/O 部の 14pin I Cソケットには 74HC07 が実装されています。 0v/3.3v を入力すると出力側で 0v/5.0v にレベル変換される回路を 74HC07 を使って設計 しましょう。

■ 手順

- 回路設計
 - ・74HC07の14番ピン(Vcc)を3.3Vに接続します。

⇒ 74HC07 を I C ソケットから取り出し、74HC07 の 14番ピンだけを横に伸ばす ようにして、74HC07 を再度 IC ソケットに挿入したときに 74HC07 の 14番ピンが マイコンボードの IC ソケットに接触しないような配慮・工夫が必要です。

⇒ FPGA ボードに 3.3v があるので、74HC07 の 14番ピン (Vcc) にはそこから Vcc を供給するようにします。

・74HC07の出力端子(2番ピン)は Nch オープンドレインですから、4.7 k Ω 程度のプルアップ抵抗で 5v 電源に吊ります。

⇒ マイコンボードに 5.0 v があります。

・マイコンボード、FPGAボード、汎用ロジック IC 74HC07 のそれぞれのGNDを接続します。



図7 74HC07による電圧レベル変換回路

② 動作確認

・74HC07 の1番ピン(入力)に 3.3 vを入力したときの2番ピン(出力)には何ボルト が出力されますか。 \Rightarrow 5.0vになってますか。

・74HC07 の1番ピン(入力)に 0v を入力したときの2番ピン(出力)には何ボルトが出力されますか。 \Rightarrow 0.0v になってますか。

4.5 距離計システムを動作させる

■ システム全体の回路



電圧レベル変換回路を挿入したシステム全体の結線図を図8に示します。

図8 距離計測システム結線図

■ 回路結線

① マイコンボード、FPGAボードの電源供給、停止を確認(E8aエミュレータ との接続を未接続とする)

②マイコンボードとFPGAボード間のGNDの共通化:

マイコンボードのGND端子とFPGAボードのGND端子をつなぐ。

③ 74HC07の挿入: 74HC07の14番ピン(Vcc)の足を跳ね上げた状態でICソ

ケット(IC2)に挿入。

④ LED1の接続:マイコンボードのLED1端子(Term1の1ピン)とP8

- 0 (Term8の28ピン)をつなぐ。
- ⑤ 圧電ブザーの接続:マイコンボードのBz端子(Term1の6ピン)とP76
 (Term8の27ピン)をつなぐ。
- ⑥ FPGAとマイコンボード間の通信線の接続:

・74HC07の2番ピンとマイコンボードのRxD端子(Term8の8ピン) をつなぐ。

・74HC07の1番ピンとFPGAボードのJP2の2番ピンをつなぐ

⑦ プルアップ抵抗接続:4.7 k Ω の抵抗を介してマイコンボードの Vcc (5 v)端 子につなぐ。

 ⑧ 74HC07に電源供給:跳ね上がっている74HC07の14番ピンとFPG Aボードの3.3v端子をつなぐ。

■ マイコンプログラムの実装

① マイコン側プログラムの基本動作およびプログラム構成

FPGAから1バイト受信するごとにシリアル通信割り込み処理が動作し、1バイト単位 に受信データを解析します。SODからEODまでのデータが揃ったところで割り込み処 理で作成した距離データをメイン関数(main())で取り込み、距離データに応じたマンマ シンインターフェース出力(ブザー、LED、7segment LED)します。

これを実現するために、マイコン側プログラムではFPGAからのデータをベクタ番号 23のSCI3割り込み処理で1バイト単位に受信します。EODまで正常に受信したとき、「距 離データ更新要求フラグ」をセットします。メインプログラム中ではこの「距離データ更 新要求フラグ」をポーリングしており、フラッグがセットされているときに最新の距離デ ータに更新します。メインプログラムでは最新距離データに応じたブザー、LED等の点 滅等を実施します。

図9にメイン関数(main())のフローチャートを示します。



② 新規プロジェクトの挿入

いままで使用してきた「h25_fukkou_mcu」というワークスペースのなかのに 「contact_senser」という名称のプロジェクトを新たに挿入して、そのプロジェクトの中 に完成済みのソースファイル (ans_contact_senser.c と ans_intprg.c) を追加するという 手順でプログラムを作成します。

ふたつの完成済みソースコードファイルは、次のとおりです。

ans_contact_senser.c:新規プロジェクト挿入時に自動生成される「contact_senser.c」の代わりとなるソースコードファイル。ポートの初期設定等は一般には hwsetup.c のなかで実施しますが、今回は ans_contact_senser.c のなかで実施しています。したがって hwsetup.c ファイルは追加しません。プロジェクト「contact_senser」生成時に生成された hwsetup.c をそのまま使います。

• ans_int_prg.c: FPGA からのデータを受信する割り込みルーチンを組み込んだ割り込み処理プログラムのソースコードファイル

③ 「contact_senser」プロジェクトの作成

「h25_fukkou_mcu」ワークスペースの中には、すでに実習2で作成したプロジェクト 「project_010」があります。この「h25_fukkou_mcu」ワークスペースの中に新規に 「contact_senser」という名称のプロジェクトを作成します。手順を示します。

「プロジェクト (P)」>「プロジェクトの挿入 (I)」を選択すると「プロジェクト挿 入」画面が表示されます。「新規プロジェクト (N)」にチェックを入れて「OK」をクリ ックします。



プロジェクトの挿入	? 🛛
挿入 ● 新規プロジェクト(N) ● 既存プロジェクト(E): 参照(B)	OK キャンセル

新規プロジェクトの挿入		? 🔀
#77#フロジェクトのイサス プロジェクトタイプ ● Application ● Assembly Application ● Empty Application ● Empty Application ● Import Makefile ● Library ● Debugger only - H8 Tiny/Super L ● Debugger only - H8 Tiny/Super L	ワークスペース名(W): h25_fukkou_mcu プロジェクト名(P): contact_senser ディレクトリ(D): C:¥WorkSpace¥h25_fukkou_mcu¥contact_senser CPU種別(C): [H85,H8/300 ▼ ツールチェイン(T): [Hitachi H85,H8/300 Standard ▼	
	ОК	キャンセル

プロジェクト名に「contact_senser」と入力して OK」をクリックすると「2.4 新規プロジェクトの作成」で説明した一連の画面が表示されます。「新規プロジェクト-1/9-CPU」から「新規プロジェクト-9/9-生成ファイル名」まで同様の手順を踏むことで新規プロジェクト「contact_senser」生成時の初期画面が下記のように表示されます。

🏟 project_010	- High-pe	rformance E	mbedded	Workshop					
ファイル(E) 編集	E) 表示(V)	プロジェクト(<u>P</u>)	ビルド(B)	デバッグ(①)	基本設定(U)	ツール①	- テスト(<u>S</u>)	ウィンドウ(W)	ヘルプ(日)
] 🗅 🚅 🖬 🍘		B B (+)	₩		• ₽₽	# %	₩ ♦	🎬 🛗 👗	Debug_H8_Tiny_S
0 👿 🔟	082	fe 📗 🖫 📲	el ei e	1 == 7) (₽ (}₽ 🚳 I _{PC}	PC			
	bu_mcu ict_senser isource file contact_sen dbsctc hwsetup.c intpre.c intpre.c isource file dbsctc hwsetup.c hwsetup.c hwsetup.c hwsetup.c hwsetup.c intpre.c hwsetup.c intpre.c hwsetup.c intpre.c hwsetup.c intpre.c hwsetup.c intpre.c hwsetup.c intpre.c hwsetup.c hwsetup.c hwsetup.c hwsetup.c hysetpre.c hwsetup.c hysetpre.	nser.c High-perf Lc ules	<mark>のr mance</mark> セッション [*] S 保存しますが	Embedded SessionH8_Tir	Workshop ny_Super_Low_Po	wer_E8" (: <u>{(N)</u>	プロジェクト"p キャンセノ	roject_010″)が レ	変更されました。

ワークスペースウィンドウに「contact_senser」プロジェクトが生成されたことを確認し て「はい」をクリックします。

③ ファイル「ans_contact_senser.c」と「ans_intprg.c」の「contact_senser」フォ ルダへのコピー

添付 CD-ROM 中の「距離計システムソースコード」からファイル ans_contact_senser.c と ans_intprg.cを WorkSpace > h25_fukkou_mcu > contact_senser フォルダにコピーします。



ワークスペースウィンドウに表示されたプロジェクト「contact_senser」のファイル群 はHEWが自動生成したものです。③でファイルコピーした「ans_contact_senser.c」と 「ans_intprg.c」はワークスペースウィンドウには見えません。

⑤ 「ans_contact_senser.c」と「ans_intprg.c」のプロジェクトへの追加

「ans_contact_senser.c」ファイルを当該プロジェクトに追加します。HEWの画面から 「プロジェクト(P)」>「ファイルの追加(A)」を選択して、左クリックします。



「プロジェクトにファイルを追加」の画面が表示されます。

「ans_contact_senser.c」を選択して「追加」をクリックします。

🏟 contact_senser - High-perfor	mance Embedded Wo	orkshop			
ファイル(E) 編集(E) 表示(V) プロジェ!	ト(<u>P) ビルド(B</u>) デバック	ガ(D) 基本設定(U)	ッール(T) テスト(S)	ウィンドウℚ	めーヘルプ(円)
] D 🛎 E Ø Ø X h G	(+) [] 🙀	• #9	1 & % <mark> </mark> # %) 🎬 🛗 🛃	Debug
0 🕅 16 10 8 2 🛒 🖷	ut ut ut ut et (ት 🔂 (ት 💷 ւ _{թ։}	PC PC		
📄 🔄 C source file	'contact_senser'ナ[ロジェクトにファイル	を追加		? 🔀
dbsct.c	ファイルの場所型: 🛛 🧯	🔵 contact_senser	•	🗕 🖻 🚔	⊞ ▼
intpre.c	🛅 Debug		🗐 dbsct.c		🗒 typec
resetprg.c	Debug_H8_Tiny_Sup	per_Low_Power_E8	📳 hwsetup.c		
⊡	ans contact sense	r.c	E intpre.c		
stacksct.h	🗊 ans_intprg.c		🗐 resetprg.c		
typedefine.h	🗐 contact_senser.c		🗐 stacksct.h		
i⊟~na project_010	<				>
dbsct.c	ファイル名(N): ar	ns_contact_senser.c			追加
∰ hwsetup.c	ファイルの種類(I): P	roiect Files			キャンセル
intpre.c ★ project 010 c		(相対パス(R)	□ 登録済みファイル		
resetpre.c	,-	TRAINING C	1 32347H0777 TW	- Evisor(D	



ワークスペースウィンドウに「ans_contact_senser.c」が表示されます。

同様に「ans_intprg.c」を「contact_senser」プロジェクトに追加します。



この状態でビルドを行うとメイン関数(main())が「contact_senser.c」と「ans_contact_senser.c」の両ファイルに存在することになりコンパイルエラーになりますので「contact_senser.c」はビルドから除外します。同様に理由で「intprg.c」もビルドから除外します。

⑥ 「contact_senser.c」と「intprg.c」のビルドからの除外

「HEW」のプロジェクトウィンドウから「contact_senser.c」を選択して右クリック します。「ビルドから除外 contact_senser.c」にカーソルを合わせます。



そのまま左クリックすると、プロジェクトウィンドウのファイル「contact_senser.c」

に赤い「×」印が出ます。同様に「intprg.c」についてもビルドから除外します。



ビルドから除外されたファイル

以上で、「contact_senser」プロジェクトに最終ソースコードのファイルが揃いました。「ビ ルド」を行い「no error」を確認後、E 8 a エミュレータを接続してダウンロードモジュー ル「contact_senser.abs」をマイコンのフラッシュメモリへダウンロードします。

■ プログラムの書き込みフォーマット(ロードモジュール)について

コンパイラは、以下の5種類のロードモジュールを選択出力できます。

- ・リロケータブルELF形式
- ・アブソリュートELF形式
- ・Sタイプ形式
- HEX形式
- ・バイナリ形式

メニューバーから「デバッグ」>「デバッグ設定」の順に選択するとデバッグ設定画面が 表示されます。

nce E	mbedded	Workshop	- [ans_cont	act_sens	er.c]
가(<u>P</u>)	ビルド(B)	デバッグ(<u>D</u>)	基本設定(U)	ツール①	テスト(S)
. q	4	同期デノ	ヾッグ(<u>Z</u>)		
† ‡		デバッグも	2ッション(<u>B</u>)		
		デバッグの	D設定(D)		
		≣† СР∪のУ	セット(∐)		
	行番	- ■」実行(G)		F	5

デバッグの設定		? 🔀
SessionH8_Tiny_Super_Low_Power_E8	ターゲット オプション	1
	ターゲット(T): H8 Tiny/Super Low Power E8a SYSTEM 300H ▼ □ア(Q): Single Core Target ▼ デパッグフォーマット(E): Elf/Dwarf2 ▼ ダウンロードモジュール(Q): Filename Offset Address Format \$(CONFIGDIR)¥\$(PR 00000000 Elf/Dwarf2	追加(<u>A</u>) 変更(<u>M</u>) 削除(R) 上へ(<u>U</u>) 下へ(<u>0</u>)
	ОК	キャンセル

「デバッグフォーマット(F)」には「Elf/Dwarf2」が設定されています。このフォーマットはデバッグ用です。

上記状態では、ビルドしたときの生成ロードモジュールが「Elf/Dwarf2」フォーマット形式のファイル、ここでは「contact_senser.abs」が生成されます。

書き込みにはSタイプ形式(ここでは「S-Record」)を設定します。Sタイプ形式のコード をフラッシュメモリに書き込むことでマイコンボード単独(デバッガを接続しない状態) で動作します。

■ Sタイプ形式のロードモジュールの書き込み手順

「デバッグの設定」画面のデバッグフォーマット(F)」から「S-Record」を選択します。 次に「追加(A)」をクリックします。

デバッグの設定		? 🛛
SessionH8_Tiny_Super_Low_Power_E8	ターゲット オブション ターゲット(T): H8 Tiny/Super Low Power E8a SYSTEM 300H コア(Q): Single Core Target #バッグフォーマット(E): S-Record ダウンロードモジュール(D): Filename Offset Address Format \$(CONFIGDIR)¥\$(PR 00000000 Elf/Dwarf2	▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ▼ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
		OK キャンセル

下記「ダウンロードモジュール」画面が表示されます。「参照(B)」をクリックします。

ダウンロードモジュール	,			? 🔀
オフセット①:	0000000	2	- 🔊	OK
ファイルフォーマット(<u>F</u>):	S-Record	1	-	キャンセル
ファイル名(型):				参照(<u>B</u>)
アクセスサイズ(<u>A</u>):	1 💌			
🔲 デバッグ情報のみのタ	『ウンロード(<u>D</u>)			
🔲 ダウンロード時のメモ	ノベリファイ(<u>P</u>)			
🔲 ターゲット接続時にダ	ウンロード(①			

下記「ダウンロードモジュールの選択」画面が表示され、ウィンドウの拡張子「.mot」のファイルが見えます。拡張子「.mot」の当該ファイルを選択して「選択」をクリックします。

ダウンロードモジュー	ルの選択			?	×
ファイルの場所型:	🔁 Debug	•	⊨ 🗈 (*⊞*	
Ficontact_senser.	mot 」ファイルを選択				
ファイル名(N):	contact_senser.mot			選択	
ファイルの種類(工):	S-Record Files (*.mot;*.a20;*.a37)		•	キャンセル	

再度、下記「ダウンロードモジュール」画面が表示されます。ファイルフォーマットは 「S-Record」、ファイルの拡張子は「.mot」であることを確認して「ok」をクリックしま す。

ダウンロードモジュール	,	? 🛛			
オフセット(0):	00000000	ОК			
ファイルフォーマット(<u>F</u>):	S-Record	キャンセル			
ファイル名(<u>N</u>):	C:¥WorkSpa v¥h25_fukkou_mcu¥conta	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●			
アクセスサイズ(<u>A</u>):					
□ デバッグ情報のみの!	¹ ウンロード(D)				
 □ ダウンロード時のメモリベリファイ(P) □ ターゲット接続時にダウンロード(T) □ S-Record 」を確認 					

再度、「デバッグの設定」画面は表示されて、「ダウンロードモジュール」ウィンドウの 「Format」欄に「S-Record」が見えるのを確認して「ok」をクリックします。

テバッグの設定			? 🔀
SessionH8_Tiny_Super_Low_Power_E8	ターゲット オプション ターゲット []: H8 Tiny/Super Low Power E8a SYSTEM 300H コア(2): Single Core Target デバッグフォーマット(E): S-Record ダウンロードモジュール(D): Filename Offset Address Format \$(CONFIGDIR)#\$(PR00000000 C:#WorkSpace#h25_fu00000000 S-Record S-Record] が見える		道加(A) 変更(M) 削除(B) 上へ(U) 下へ(Q)
		ок	キャンセル

HEWのプロジェクトウィンドウの「Download modules」のSタイプ形式のロードモジュ ール「contact_senser.mot」が見えます。確認したらE8aとの接続を解除します(E8a と未接続時は、当該操作は不要)。





接続解除すると「Download modules」の中はプロジェクトウィンドウから隠蔽されます。

今度はE8aを単にフラッシュメモリデータの書き込み器として使用するために、E8a と接続します。「エミュレータから電源を供給(P)」をチェック>「5.0v」にチェック> 「フラッシュメモリデータの書き込み(F)」にチェック>「OK」をクリックします。



接続完了すると、プロジェクトウィンドウの「Download modules」に隠蔽されていたロ ードモジュールが見えます。



拡張子「.mot」ファイル、「contact_senser.mot」を選択>「ダウンロード (D)」にポイン タを合わせる>左クリック。S形式のロードモジュールがフラッシュメモリに書き込まれま す。

🏟 contact_senser - High-perform	ance Embedded	Workshop	- [ans_cont	act_sen
🧼 ファイル(E) 編集(E) 表示(V) プロジ	ェクト(<u>P</u>) ビルド(<u>B</u>)	デバッグ(<u>D</u>)	基本設定(U)	ツール(工
D 🛩 E 🕼 & % h fi	↔ 🀅 🕅		→ M &	~~ A
🖑 🕎 16 10 8 2 🛒 🛒 8	∎ †∔ ∭∃T ≣↓ (ት ት ት 👜	I _{PC} Y
 ► The hat is the sense of the	00000000 00000000 ダウンロ ダウンロ ドッシロー ボバッグ 表示の 「 非表示 プロパテ	「一」」」 行番… 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 145 144 145 146 147 「一ド(D) 「一ド(D) 「一ド(D) 「一ドモジュール(2) 「の設定(S)… 構成… 「の設定(S)…	レースアドレス シースアドレス 師のみ)(O) の追加(N)…	

書き込み動作が終了したら、E8aとの接続を解除して、HEWを閉じます。マイコンボードのE8aのコネクタもはずします。

いままではE8aから電源を供給していましたが、マイコンボード単独で動作されるため には、E8aに代わる電源が必要ですのでACアダプタを使います。

マイコンボードにACアダプタを接続してボードの Power SW をONにするとマイコンボ ードは動作します。

■ 距離計システムの動作

ロードモジュールの書き込みが終了したら、マイコン側プログラムを実行します。FP GAボードの距離センサーの前に手のひらをかざして前後させてみましょう。「10.2 ソフ トウェア詳細仕様」に記述されているように、手のひらと距離センサーとの距離に応じて マイコンボード上のブザー鳴動間隔が変化、LEDの点滅周期が変化、7セグメントLED には距離に応じた数字が表示されます。

注意:7セグメントLED出力は、結線が未処理のため表示しません。

注意:受信側の処理について

FPGAボードには送信データ形式を切り替えるスイッチがあります。スイッチを押す ごとに、Binary Data 形式(SOD=0x42)と Decimal Data 形式(SOD=0x44)を切り替えます。

【実習5】マイコンボード側の RxD 端子と FPGA の送信端子の波形を観測してみましょう。

■ 手順

オシロスコープでマイコン側受信データと FPGA 送信データを2チャンネルで観測します。

⇒ FPGA 側では約 3.3v で出力しているがマイコンボード側の RxD 端子では約5 v に レベル変換されていますか。

⇒ SOD1バイト、データ4バイト、EOD1バイトの全体で6バイトのデータを送受信 していることがわかりますか?

⇒ 先頭の1バイトデータをスタートビットからストップビットまで1ビット単位にデ ータを確認しましょう。



参考:マイコンボードの受信波形とFPGAボードの送信波形

【実習6】74HCO7の出力端子(マイコンボードのRxD端子)のプルアップ抵抗値を替 えたときの波形を観測して、比較してみましょう。

■ 手順

- ① プルアップ抵抗4.7 k Ω のとき、FPGA 送信端子とマイコンボード受信端子の2チャネルで観測します。
- ④ プルアップ抵抗15kΩのとき、FPGA送信端子とマイコンボード受信端子の2チャネ ルで観測します。
- ⑤ ①と②で観測した波形を比較しましょう。
 ⇒ プルアップ抵抗が 4.7 k Ω時の通信波形と 15 k Ω時の通信波形を観測すると、4. 7 k Ωよりも15 k Ωの方が、信号の立ち上がりが鈍っていることが分かります。



送信側の方形波(a.入力波形)は受信側では回路常数によって立ち上がりが多少鈍った波形になります(b.出力波形)。63%まで立ち上がる時間を時定数といいτで表します。 この時定数はコンデンサ容量と抵抗値で決まります(式(1))。



 $\tau = CR \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (\vec{\mathfrak{T}} \mathbf{1})$

 τ :時定数(単位:SEC) / C :コンデンサ容量(単位:F) / R:抵抗値(単位: Ω)

プルアップ抵抗を小さくすればτが小さくなることが分かります。プルアップ抵抗により 波形整形が可能です。

5 abbic



本編の発展的学習としては、次のようなことが考えられます。

- 1. FPGAボードとマイコンボードをRS-232-Cケーブルで接続した通信形態とする。
- 2. 近接状況を通知するマンマシンインタフェースを改良する。

3. ソフトウェア仕様書を新規作成して、仕様にしたがった新たにプログラム開発を試み る。

さらに専門的に要素技術ごとにより深く学ぶこと、次に記載するような事項を修得する ことをお勧めします。

1. マイコンのハードウェアマニュアルの精読

- 2. 測定技術の調査
- 3. 開発環境(HEW)のより詳細機能の活用
- 4. 設計論、コード書法を学ぶ
- 7. SPI、I2C、CAN、LINなどの通信規格を理解する

6 Appendix



表1 マイコンボード部品表

1 転期回路部 U11 DOS /v v/2 21 位 センター+ 1 SW11 MDU Power 2 (ソチ SW12 バク Power 2 (ソチ SW12 ブクボ ス (ソチ TO FA (ス (ソチ TO FA)) 1 MOU® Power (Voc2) 供給配認用 LED12 I/0部 Power LED 認識形 1 I/0部 Power (Voc2) 供給配認用 R1 炭素成開 K (1.2 K 1 I/0部 Power (Voc2) 供給配認用 I/0部 Power (Voc2) 供給配認用 C11 転開 J / デンサ 25 v 47 µ F 1 I/0部 Power (Voc2) 供給配認用 C11 転開 J / デンサ 25 v 47 µ F 1 I/0 Power (Voc2) 供給配認用 C11 転開 J / オート 1 I/0 Power (Voc2) (H A SME N) I/0 Power (Voc2) (H A SME N) C11 転換 J / 2 L PO (A SME N) 1 I/0 Power (Voc2) (H A SME N) I/0 Power (Voc2) (H A SME N) 201 / 2 L PO (A SME N) 1 SME N) I/0 Power (Voc2) (H A SME N) I/0 Power (Voc2) (H A SME N) 1 SV / 10 µ 1 SME N) I/0 Power (Voc2) (H A SME N) I/0 Power N) 2 U/0 Power Voc2 N A SME N) 1 SME N) I/0 Power N) I/0 Power N) I/0 Power N) <	Na	回路部名称	部品番号	日本	型番 仕様	数量	レメーカ	
Sw11 MOLIPOwer 2A(ッチ Sw12 プライドスイッチ プライドスイッチ 1 Sw12 //O Power 2A(ッチ LED11 //O B Power LED 認識罪 1 LED12 //O B Power LED 認識罪 1 //O B Power (Voc2) 供給3確認用 R11 炭素成現15点 1.2K 1 //OB Power (Voc2) 供給3確認用 R11 炭素成現15点 1.2K 1 //OB Power (Voc2) 供給3確認用 C12 電解17/52/サ 26/v41/F 1 //OB Power (Voc2) 供給3確認用 C11 電解17/52/サ 26/v41/F 1 //OB Power (Voc2) 供給3確認用 C12 電解17/52/サ 26/v41/F 1 //OB Power (Voc2) 供給3確認用 C12 電像17/52/サ 26/v41/F 1 //OB Power (Voc2) (H給3確認用 Sw11 D12/F 1 1 //OB Power (Voc2) (H給3確認用 Sw11 D12/F 1 1 //OB Power (Voc2) (H給3確認用 Sw11 D2/F A/W PE 1 //OB Power (Voc2) (H給3確認用 Sw11 D2/F A/W PE 1 //OB Power (Voc2) (H A/W PE Sw11 D2/F A/W PE 1	1	電源回路部	J11	DCジャック	21 ゆセ ター+	1		
sw12 (/) Power 2人やデ 大ラ・ホ 2人・グチ 1 MCU部 Power LD MOUS Power LD LED12 // 0部 Power LD 脳部形 1 MCU® Power (Mod) (#8160) R11 炭素成熟活が、 12K 1 MCU® Power (Mod) (#8160) R12 炭素成熟活が、 12K 1 1 C11 電解コンテンサ 25v47 µF 1 1 C11 電解コンテンサ 25v47 µF 1 1 C11 電解コンテンサ 25v47 µF 1 1 C21 電素成熟活がイオード 1 1 1 C21 電素成熟活が 10K 1/3W 1 SAMO Sw2D 小型LED(赤色) 3LP-681A 1 SAMO LED31 小型LED(赤色) 3LP-681A 1 SAMO LED34 小型LED(赤色) 3LP-681A 1			sw11	MCU Power スイッチ	スライドスイッチ	1		
LED11 MOLU® Power LED 認知形 1 MCU® Power (Voc1) 供給確認用 R11 炭素成熟技術 1.2K 1 I/O® Power (Voc2) 供給確認用 R12 炭素成熟技術 1.2K 1 I/O® Power (Voc2) 供給確認用 R12 炭素成熟技術 1.2K 1 I/O® Power (Voc2) 供給確認用 C11 電解12/5/17 25/47 µF 1 I/O® C11 電解2/5/77 25/47 µF 1 I/O® C11 電解2/5/77 25/47 µF 1 I/O® C21 電解2/5/77 25/47 µF 1 I/O® R41 Ø/D*2/4/2 1 I/O I/O LED33 小型LED(赤色) SLP-681A 1 SANYO LED34 小型LED(赤色) SLP-681A 1 SANYO R01-R34 炒素成熟成紙 301/8W 1 I/O <th></th> <th></th> <th>sw12</th> <th>I/O Power スイッチ</th> <th>スライドスイッチ</th> <th>1</th> <th></th> <th></th>			sw12	I/O Power スイッチ	スライドスイッチ	1		
LED12 //O部 Power LED 認識形 1 //O部 Power (Voc2) 供給確認用 R1 炭素成製活気 12K 1 R12 炭素成製活気 12K 1 C11 電解コンテンサ 25v 47 µF 1 C11 電解コンテンサ 25v 47 µF 1 C21 電解コンテンサ 25v 47 µF 1 C21 電解コンテンサ 5v 10 µF 1 C21 電素成製活気 10K 1/3W 1 C21 電素成製活気 10K 1/3W 1 C21 炭素成製活気 10K 1/3W 1 C21 炭素成製活気 10K 1/3W 1 ED33 小型LED(赤色) SLP-681A 1 SANYO LED34 小型LED(赤色) SLP-681A 1 SANYO C61 ビスクリンクンクンシンシンシンシンシンシンシンシンシンシンシンシンシンシンシンシンシ			LED11	MCUB Power LED	秘運形	1		MCU部 Power(Voot)供給確認用
R11 炭素成開終抗 12K 1 R12 炭素成開終抗 12K 1 C11 奄朝卫ンテンサ 25v 47 µ F 1 C12 奄朝卫ンテンサ 35v 10 µ F 1 C12 ●和子ンランサ 35v 10 µ F 1 R1 火素成開終抗 10K 1/8W 1 SAP 1 SAP C13 小型LED(赤色) SLP-681A 1 LED 33 小型LED(赤色) SLP-681A 1 LED 34 小型LED(赤色) SLP-681A 1 C10 小型LED(赤色) SLP-681A 1 SAP 12K 1/8W 4 10k~20k0 程度 C14 セランテンテンサ 10 µ F 1 C10 レデス・201/2 / 2 12K 1/8W 1 C4 ビス・クンテンナ 01 µ F 1 C4 ビス・20k0 程度 12k			LED12	I/O部 Power LED	砲軍形	1		I/O部 Power(Voc2)供給確認用
R12 炭素成限技術、 011 12K 1 2 リセット回路 D21 整流用ダイオード 2012 1 1 2 リセット回路 D21 整流用ダイオード 201 1 1 3 LED 回路 LED 31 小型LED (赤色) SLP-881 A 1 SAHYO 3 LED 23 小型LED (赤色) SLP-881 A 1 SAHYO 4 VolumeDBB R41 大型LED (赤色) SLP-881 A 1 SAHYO 4 VolumeDBB R41 大型LED (赤色) SLP-881 A 1 SAHYO 5 LED 33 小型LED (赤色) SLP-881 A 1 SAHYO 4 VolumeDBB R41 (大素成限技術 12K 1/8W 1 IOK~20K0 程度 6 ケモービ酸 F61 大素成限技術 12K 1/8W 1 IOK~20K0 程度 7 Sw/1 Z/F スイッチ 1 IOK~20K0 程度 I 7 Sw/2 Z/F スイッチ 1 IOK I 7 Sw/1 Z/F スイッチ 1			R11	炭素皮膜抵抗	1.2K	1		
011 ●解1ンデンサ 25v 47 μF 1 2 リセント回路 021 ●解1ンデンサ 3v 47 μF 1 3 021 ●解1ンデンサ 3v 10 μF 1 1 3 LED 1 ●以本財幣 1 1 1 3 LED 203 小型LED (赤色) SLP-881 A 1 SANO LED 32 小型LED (赤色) SLP-881 A 1 SANO LED 33 小型LED (赤色) SLP-881 A 1 SANO LED 34 小型LED (赤色) SLP-881 A 1 SANO LED 35 「美市財用 12K N 1 N 4 Volumalins K			R12	炭素皮膜抵抗	1.2K	1		
012 ● 例 2 / デンサ 25 v 47 µ F 1 2 リセット回路 D21 ● 窓市見 7 / テンサ 35 v 10 µ F 1 2 リセット回路 D21 ● 窓市見 7 / テンサ 35 v 10 µ F 1 3 LED 31 小型LED (赤色) SLP-981 A 1 SANYO 3 LED 32 小型LED (赤色) SLP-981 A 1 SANYO LED 33 小型LED (赤色) SLP-981 A 1 SANYO LED 34 小型LED (赤色) SLP-981 A 1 SANYO LED 34 小型LED (赤色) SLP-981 A 1 SANYO HE34 H 2 座 (赤色) SLP-981 A 1 SANYO HE34 H 2 座 (赤色) SLP-981 A 1 SANYO HE34 H 2 座 (赤色) SLP-981 A 1 SANYO HE34 H 2 座 (赤色) SLP-981 A 1 ID (~ 20 µ Ω R 4 VelumeIB P41 H 2 座 (h 2 h A) 1 (2 h A) 1 F34 # 2 ⋈ H M H ID (~ 1 µ F 1 ID (~ 2 h Q) 1 (2 h Q) 1 (2 h Q) 1 µ			C11	電解コンデンサ	25v 47 μ F	1		
2 リセット回路 D21 整流用ダイオード 1 1 22 リセット回路 D21 電源用ダイオード 5 10×10× 1 3 LED DB% LED 31 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SAND 1 LED 34 #型LED(赤色) SLP-881 A 1 SAND 1 LED 34 #型LED(赤色) SLP-881 A 1			C12	電解コンデンサ	25 v 47 μ F	1		
C21 軽和 ングンサ 35v 10 µF 1 F21 炭素成現活流 10K 1/8W 1 3 LED231 小型LED2赤色) SLP-881 A 1 SANYO LED32 小型LED2赤色) SLP-881 A 1 SANYO LED33 小型LED2赤色) SLP-881 A 1 SANYO LED34 小型LED2赤色) SLP-881 A 1 SANYO R31~R34 小型LED2赤色) SLP-881 A 1 SANYO R31~R34 が型LED2赤色) SLP-881 A 1 SANYO R31~R34 が型LED2赤色) SLP-881 A 1 SANYO R31~R34 が生D25赤白 SLP-881 A 1 SANYO R31~R34 がたD2 SLP381 A 1 SANYO R31~R34 がたD2 SLP381 A 1 SANYO R31~R34 「たま成現ま気振 301/8W 1 10k~20001程度 R4 「とうかないた12wy 1 1 10k~20001程度 R4 「とうかないた12wy 1 F 1 R	2	リセット回路	D21	整流用ダイオード		1		
R21 炭素成果括抗 10k 1/3W 1 3 LED/BK LED/31 小型LED(赤色) SLP-681 A 1 SANYO 3 LED/32 小型LED(赤色) SLP-681 A 1 SANYO LED/33 小型LED(赤色) SLP-681 A 1 SANYO LED/34 小型LED(赤色) SLP-681 A 1 SANYO LED/35 C/4 た気成果活動 1 NC 1 F61 炭素成果透露 2/K 1 NLRATA 1 62 広子のクリンク<			C21	電解コンデンサ	35v10µF	1		
sw21 タグ・スイッチ 小 1 3 LED31 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANYO LED32 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANYO LED33 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANYO LED34 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANYO 1 LED34 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANYO 4 Volume回路 R41 炭素成膜括抗 3001/8W 4 1 6 Fet7f- Max 1 SANYO 1 10k~20k0 程度 7 Volume回路 R61 炭素成膜括抗 12K 1/8W 1 1 6 基本 グート回路 R52 炭素成膜括抗 14K 1/8W 1 1 7 Sw入力回路 Sw71 20/5 7/97 1 1 1 7 Sw2 20/5 7/97 小 1 1 1 8 SW71 20/5 7/97 小 1 1 1 77 <th></th> <th></th> <th>F21</th> <th>炭素皮膜抵抗</th> <th>10K 1/8W</th> <th>1</th> <th></th> <th></th>			F21	炭素皮膜抵抗	10K 1/8W	1		
3 LED3路 LED31 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANNO LED32 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANNO LED34 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANNO R31~R34 炭素成製活瓶 301/8W 4 SANNO 4 VolumeDB R41 炭素成製活瓶 12K 1/8W 1 10k~20kΩ 程度 5 圧電ブザー回路 R51 炭素成製活瓶 12K 1/8W 1 10k~20kΩ 程度 6 基本グート回路 R51 炭素成製活瓶 4K 1/8W 1 10k~20kΩ 程度 7 Sw人力回路 R51 炭素成製活瓶 4K 1/8W 1 1 7 Sw人力回路 Sw7 2/5/7 小 1 1 807 Sw7 A/5/7 小 1 1 1 7/2 ジ素成製活瓶 4/K 1/8W 1 1 1 807 D2 シパンジン 1 1 1 1 9 Tr/0FE100路 FE1 Tr(E1)/7/7			sw21	タクトスイッチ	小	1		
LED32 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANNO LED33 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANNO LED34 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANNO 4 Vclume/DB R41 炭素放服技術 3001/8W 4 4 Vclume/DB R41 炭素放服技術 12K 1/8W 1 5 Fred7ff-DB R51 炭素放服技術 12K 1/8W 1 6 基本分下PIDB R51 炭素放服技術 12K 1/8W 1 7 Sw入力DB Sw71 タグホスイッチ 14PIN 1 6 基本グーPIDB IC2 IC2/h2/f 1 MLRATA 7 Sw入力DB Sw71 タグホスイッチ 1 ILED3 8 DIPスイッチ 1 1 ILED3 ILED3 9 T/TE ジェカリンデン/F 1 ILED3 ILED3 9 Sw71 ダケスクラチ 1 ILED3 ILED3 9 T/TE K素放振放振技術 47K 1/8W	3		LED31	小型LED(赤色)	SLP-881 A	1	SANYO	
LED33 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANYO R31~R34 小型LED(赤色) SLP-881 A 1 SANYO R31~R34 加素皮膜括抗 3001/8W 4 1 SANYO 4 Volume回路 R41 炭素皮膜括抗 12K1/8W 1 1 5 圧電ブザー回路 R51 炭素皮膜括抗 12K1/8W 1 10k~20k0 程度 5 圧電ブザー回路 R51 炭素皮膜括抗 4K1 1/8W 1 1 6 基本グート回路 C2 ICジンウンナ 14PIN 1 ILEO 7 Sw人力回路 SwW1 ダケ、スイッチ 小 1 ILEO 7 Sw人力回路 SwW1 ダケ、スイッチ 小 1 ILEO 8 DPスイッチ 小 1 ILEO ILEO ILEO 9 TrOFETOBS F81 株合態抗 14FN ILEO ILEO 9 TrOFETOBS F81 株合態抗 12V.47% ILEO ILEO 9 TrOFETOBS			LED32	小型LED(赤色)	SLP-881 A	1	SANYO	
LED34 小型LED(赤色) SLP-981 A 1 SANYO 4 Volume回路 R31~R34 炭素皮膜括抗 3001/8W 4 1 4 Volume回路 R41 炭素皮膜括抗 12K1/3W 1 10k~20k0 程度 5 圧電ブザー回路 R51 炭素皮膜括抗 12K1 1/8W 1 1 5 圧電ブザー回路 R51 炭素皮膜括抗 12K1 1/8W 1 1 6 基本ゲート回路 R51 圧電グザー PM411-4A11(他砺式) 1 MLRATA 6 基本ゲート回路 C2 ビングンテンサ 01 µ F 1 1 7 Sw入力回路 sw71 ダケ スイッチ 小 1 1 7 Sw2 ダケ スイッチ 小 1 1 1 9 ア/1 炭素皮膜括抗 47K1/8W 1 1 1 9 Tr/ET1回路 FE11 Tr/ET1/用 どうッダを流行 1 1 1 9 Tr/ET1/回路 FE11 Tr/ET1/用 どうッ 0 1 1 1 </th <th></th> <th></th> <th>LED33</th> <th>小型LED(赤色)</th> <th>SLP-881 A</th> <th>1</th> <th>SANYO</th> <th></th>			LED33	小型LED(赤色)	SLP-881 A	1	SANYO	
■ R31~R34 炭素茂酸技術 3301/8W 4 ■ 4 Volume回路 R41 炭素茂酸技術 12k1/8W 1 ■ 5 Fc電ブザー回路 R61 炭素茂酸技術 12k1/8W 1 ■ 5 Fc電ブザー回路 R61 炭素茂酸技術 12k1/8W 1 ■ 6 基本 ゲート回路 IC2 ビスジウコンテンサ 01 µ F 1 ■ 6 基本 ゲート回路 IC2 ビスシウコンテンサ 04 µ F 1 ■ 7 Sw入力回路 sw71 タストスイッチ 小 1 ■ ■ 7 Sw入力回路 sw72 タストスイッチ 小 1 ■ ■ 8 M27 タストスイッチ 小 1 ■ ■ ■ 9 T/TE 炭素 皮酸技術 47k1/8W 1 ■ ■ ■ ■ 9 T/TE 炭素 皮酸技術 47k1/8W 1 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■			LED34	小型LED(赤色)	SLP-881 A	1	SANYO	
4 Volume回路 R41 炭素酸银括抗 1.2K 1/8W 1 041 七支ジクコンテンサ 01 μF 1 10k~20kΩ 程度 5 圧電ブザー回路 R51 炭素皮酸银抗 47K 1/8W 1 1 6 左本 ケート回路 R51 炭素皮酸银抗 47K 1/8W 1 1 6 基本 ケート回路 IC2 IC2 かっケット 14PiN 1 1 7 Sw入力回路 sw71 タクト スイッチ 小 1 1 7 Sw71 タクト スイッチ 小 1 1 1 7 Sw71 タクト スイッチ 小 1 1 1 7 Sw72 タクト スイッチ 小 1 1 1 8 DIPスイッチ 小 1 1 1 1 9 F71 ヴェ 水 秋 1/8W 1 1 1 1 9 T/FETI回路 R81 集合路街 1 1 1 9 T/FETIOB FETI Tr/			F31~F34	炭素皮膜抵抗	3301/8W	4		
NFA1 半国党抵抗 20K 1 10K~20k0 程度 5 圧電ブザー回路 F51 炭素成膜抵抗 12K 1/8W 1 1 6 振力 炭素成膜抵抗 47K 1/8W 1 MLFATA 1 6 基本 ゲート回路 IC2 ID2F / PMA11-4A11(他砺式) 1 MLFATA 1 7 Sw入力回路 Sw71 タブトスイッチ 小 1 1 1 1 72 以素の説紙抗 47K 1/8W 1 1 1 1 1 1 1 1 1	4	Volume回路	R41	炭素皮膜抵抗	1.2K 1 /8W	1		
○41 セラミックコンテンサ O1 レF 1 5 圧電ブザー回路 R51 炭素成膜括抗 12K 1/8W 1 6 左本 ゲート回路 IC2 IDソケット PM11-4A11(他砺式) 1 MLRATA 6 基本 ゲート回路 IC2 IDソケット 14PIN 1 IMLRATA 7 Sw入力回路 sw71 タケ スイッチ 小 1 Image: Sw72			VR41	半固定抵抗	20K	1		10k~20kΩ程度
5 圧電ブザー回路 F61 炭素皮膜括抗 1.2K 1/8W 1 F62 炭素皮膜括抗 47K 1/8W 1 MLRATA F62 ビアケト 14PIN 1 MLRATA 6 基本ケート回路 IC2 ICソケナ 14PIN 1 7 Sw入力回路 sw71 タケ スイッチ 小 1 8 IP71 炭素皮膜括抗 47K 1/8W 1 I 9 Tr(F I I I I 9 Tr(FET)回路 FE11 Tr(FET)用ソケット I I 9 Tr(FET)回路 FE11 Tr(FET)用ソケット I SHARP I 10 7set 回路 FE11 Tr(FET)用ソケット I SHARP I IF=20mA 11 MCL回路 C10 セジックジンケライバ(SIGB路) ID 62083APG I I TOSHBA 11			041	セラミックコンデンサ	01 µ F	1		
F52 炭素成親括抗 47K 1/8W 1 6 超太グート回路 IC2 IC2 PRM1-4A11(他砺式) 1 6 超本グート回路 IC2 IC2/ケット IdPIN 1 7 Sw入力回路 Sw71 タケ、スイッチ 小 1 7 Sw72 タケ、スイッチ 小 1 8 F72 炭素成親抵抗 47K 1/8W 1 9 F71 炭素成親抵抗 47K 1/8W 1 9 F72 炭素成親抵抗 47K 1/8W 1 9 JP71 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 9 IP72 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 10 7385 DIP AFE 1 11 IP72 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダシング 1 IF=20mA 10 7385 DIP 1 IF=20mA 10 アメ素皮酸 1 DIP 1 IF=20mA <th>5</th> <th> 圧電ブザー回路 </th> <th>F51</th> <th>炭素皮膜抵抗</th> <th>1.2K 1/8W</th> <th> 1</th> <th></th> <th></th>	5	圧電ブザー回路	F51	炭素皮膜抵抗	1.2K 1/8W	1		
Be51 圧電ブザー FRM11-4A11(他砺式) 1 MURATA 6 基本ゲート回路 IC2 IC2/ケット 14PIN 1 7 Sw入力回路 Sw71 タケ スイッチ 小 1 7 Sw入力回路 Sw72 タケ スイッチ 小 1 8 M72 タケ スイッチ 小 1 1 9 F71 炭素皮膜接抗 47K 1/8W 1 1 9 F72 炭々ンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 1 9 F71 炭キンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 1 9 FFT1 Tr/FET)用ソケット 4回路 1 1 9 FFT1 Tr/FET)用ソケット 4回路 1 1 10 7seg 回路 FET1 Tr/FET)用ソケット 1 SHARP 1F=20mA 10 FET1 Tr/FET)用ソケット 1 SHARP 1F=20mA 10 7seg 回路 7seg101 小型素を7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP 10 7seg1			F62	炭素皮膜抵抗	47K1/8W	1		
6 基本ゲート回路 IC2 IC2/ケット 14PIN 1 7 Sw入力回路 Sw71 タケ スイッチ 小 1 7 Sw入力回路 Sw71 タケ スイッチ 小 1 8 Sw71 炭ケ スイッチ 小 1 1 8 K71 炭素皮膜括抗 47K 1/8W 1 1 9 F71 炭素皮膜括抗 47K 1/8W 1 1 10 JP72 ジャンパビン(ショートビン付き3in ビンヘッダを流用 1 1 10 JP72 ジャンパビン(ショートビン付き3in ビンヘッダを流用 1 1 10 Sec 回路 FET1 Tr(FET)周ンケット 4回路 1 10 7sec 回路 7sec101 小型赤色7secLED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP IF=20mA 10 7sec 回路 7sec101 小型赤色7secLED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP IF=20mA 11 MCL回路 CN1 ビンヘッダンケット 4回路 1 TOSHBA 11 MCL回路 CN1 ビンヘッダンケット 35pin(2列) 1 MB+H8A插入コネクタ 11 MCL回路 CN2			Bz51	圧電ブザー	PKM11-4A11(他砺式)	1	MURATA	
○ ○61 セラミックコンテンサ ○1 µ F 1 7 Sw入力回路 Sw71 タ外 スイッチ 小 1 8 Sw72 タ外 スイッチ 小 1 R71 炭素皮膜括抗 47K 1/8W 1 R72 炭素皮膜括抗 47K 1/8W 1 JP71 ジャンパビン(ショートビン付き3pin ビンヘッダを流用 1 JP71 ジャンパビン(ショートビン付き3pin ビンヘッダを流用 1 JP72 ジャンパビン(ショートビン付き3pin ビンヘッダを流用 1 Sw81 dip2イッチ 4回路 1 9 Tr(FETD回路 FET1 Tr(FET)用ンケット 4回路 10 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン 1 10 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン 1 SHARP 10 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン 1 SHARP 10 7seg103 1 TOSHBA 1 F=20mA 11 MCU回路 ON ビンヘッダノケッケ 26 pin(2列) 1 MB+H8A4福入コネクタ 11 <	б	基本ケート回路	102	10ソケット	14PIN	1		
7 Sw人刀回路 sw71 タケ スイッチ 小 1 sw72 タケ スイッチ 小 1 1 sw72 タケ スイッチ 小 1 1 R71 炭素皮膜括抗 47K1/8W 1 1 R72 炭素皮膜括抗 47K1/8W 1 1 JP71 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 1 JP72 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 1 9 Tr(FET)回路 FET1 集合抵抗 コモン 47k 55端子 1 9 Tr(FET)回路 FET1 Tr(FET)用ソケット 4回路 1 10 7seg 101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP 11 TOSHBA R101~R102 ジャングドライン(8回路) TD62083APG 1 TOSHBA 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダンケット 25 pin (2列) 1 MB+H8A44入コネクタ 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダンケット 26 pin (2列) 1 MB+H8A44入コネクタ 12 B1接続回路 CN2 ビンヘッダンケット 26 pin (2列) 1 1 71L アップ用 12 <			C61	セラミックコンテンサ		1		
sw/2 タクトスイッチ 小 1 R71 炭素皮膜括抗 イド 18W 1 R72 炭素皮膜括抗 イド 18W 1 JP71 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 JP72 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 JP72 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 Sw81 dipスイッチ 4回路 1 Tr/FET/回路 FET1 Tr/FET)用ンケット 未実装(ソケットのみ用意) 10 7sec 回路 7sec101 小型赤を7secLED IO3 アングドライバ(8回路) TD62083APG 1 IO3 シングドライバ(8回路) TD62083APG 1 I1 MCU回路 CN1 ビンヘッダノケット 26pin(2列) 1 MB+18A種入コネクタ I1 B12 E8用コボクタ H=UD(14pin) 1 TH.270,7	7	Sw人力回路	sw/1	(22) Z1ッチ	같	1		
R/1 原素皮膜括抗 4/k1/8W 1 R72 炭素皮膜括抗 4/k1/8W 1 JP71 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 JP72 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 JP72 ジャンパビン(ショートビン付き 3pin ビンヘッダを流用 1 B DPスイッチ回路 R81 集合抵抗 コモン 47k 5端子 1 9 Tr/FET/回路 FET1 Tr/FET)用ンケット - 未実装(ソケットのみ用意) 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP 10 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP IF=20mA 10 7seg108 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダノケット 20 pin(290) 1 TOSHBA 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダノケット 26 pin(290) 1 MB+H8A桶入コネクタ 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダノケット 26 pin(290) 1 MB+H8A桶入コネクタ 12 B1接続回路 CN3 E8用コネクタ HE+H20(4 pin) 1 71L アップ用			ISW/2	タイト スイッナ	小 	11		
P/2 灰素放映技加 4/k1/8W 1 JP71 ジャンパビン(ショートビン付き)3pin ビンヘッダを流用 1 JP72 ジャンパビン(ショートビン付き)3pin ビンヘッダを流用 1 3 DPスイッチ回路 R81 集合抵抗 3 ロPスイッチ回路 FET1 #CFET)用ンケット 4回路 1 1 3 Tr(FET)回路 FET1 Tr(FET)用ンケット 4回路 1 1 3 Tr(FET)回路 FET1 Tr(FET)用ンケット 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7seg1ED GL9A040G(アノードコモン) 1 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7seg1ED GL9A040G(アノードコモン) 1 11 R101~R108 炭素炭製活抗 270 8 0101~R108 炭素炭製活抗 270 8 0101~R108 ビンヘッダンケット 26pin(2列) 1 MB+H8A4番入コネクタ 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダンケット 26pin(2列) 1 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダンケット 26pin(2列) 1 MB+H8A4番入コネクタ 12 B1接続回路 CN3 E8用コネクタ 1 Sunhayato H8/3694/搭載 12 B1接続回路 CN3 E8用コネクタ 1 71L.7**7用			R/1	灰茶皮製造机	47K 178W	11		
JP71 ジャンハビン(ジョートビン付き)のin ビンヘッダを流用 1 JP72 ジャンハビン(ジョートビン付き)oin ビンヘッダを流用 1 3 DIPスイッチ回路 R81 集合抵抗 コモン 47k 5端子 1 9 Tr(FET)回路 FET1 Tr(FET)用ンケット 4回路 1 9 Tr(FET)回路 FET1 Tr(FET)用ンケット 4回路 1 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7seg1ED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7seg1ED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP 10 7seg103 TD62083APG 1 TOSHBA 11 MCU回路 ON1 ビンヘッダンケット 26 pin(2列) 1 11 MCU回路 ON1 ビンヘッダンケット 26 pin(2列) 1 MB+H8A4挿入コネクタ 11 MCU回路 ON2 ビンヘッダンケット 26 pin(2列) 1 MB+H8A4挿入コネクタ 12 B1接続回路 ON3 E8用コネクタ HEU0(14 pin) 1 710.7m/7 用			R72	灰茶皮製造机	4/K1/8W	11		
3F12 シャクハビン(ショートビンバ)3.0m ビノベッダ 26.0.H 1 8 DIPスイッチ回路 第 第 1 1 9 Tr(FET)回路 FET1 Tr(FET)用ンケット 4回路 1 9 Tr(FET)回路 FET1 Tr(FET)用ンケット 4回路 1 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP 10 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP 10 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP 10 ~10 ~10 F3 70 1 F3 11 MCL回路 ON1 ビンヘッダンケッケッケ 25 pin(259) 1 MB+H8A4新入コネク			UP70	レヤンハビノ(ショートビン村で	ispin ビンヘッスを流用 All Land いたちを用	11		
8 DPX1995回路 R81 集合振机 コモン47K 50kFT 1 9 Tx0FET0回路 FET1 Tr0FET0用ソケット 1 10 7seg DB FET1 Tr0FET0用ソケット	~		JP72					
SW01 dipス10年 4回路 1 1 9 Tr(FET)回路 FET1 Tr(FET)P/Fy/F 未実装(ソケットのみ用意) 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP IF=20mA 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7seg.LED GL9A040G(アノードコモン) 1 SHARP IF=20mA 103 シングドライバ(8回路) TD62083APG 1 TOSHBA IF=20mA 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダノケット 26 pin (2列) 1 MB+18A桶入コネクタ 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダノケット 26 pin (2列) 1 MB+18A桶入コネクタ 11 MCU回路 CN2 ビンヘッダノケット 26 pin (2列) 1 MB+18A桶入コネクタ 12 B3接続回路 CN3 E8用コネクタ HEU0(14pin) 1 MB+18A桶入コネクタ 12 B3接続回路 CN3 E8用コネクタ コモン 47K 9端子 1 ブルマップ用	8	DPX1970B	H81	朱音技机	니는 가 A MA T	11		
9 INFEINDUM INFEINDUM 未実板(フリア・のみ用点) 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7segLED GL9A040G(アノードコモノ) 1 SHARP IF=20mA 10 7seg 回路 7seg101 小型赤色7segLED GL9A040G(アノードコモノ) 1 SHARP IF=20mA 103 シングドライバ(8回路) TD62083APG 1 TOSHBA IF=20mA 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダンケット 26 pin (2列) 1 MB+18A挿入コネクタ 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダンケット 26 pin (2列) 1 MB+18A挿入コネクタ 11 MCU回路 CN2 ビンヘッダンケット 26 pin (2列) 1 MB+18A挿入コネクタ 12 B3接続回路 CN3 E8用コネクタ H+UD(14pin) 1 1 12 B3接続回路 CN3 E8用コネクタ コモン 47K 9端子 1 71Lアップ用	~		ISW61	はロスイツナー	4008	1		キャッキクリケットの利用金)
10 バショホョンシャンランドライバ(8回路) TD620834PG 1 SHARP IF=2000A IC3 シングドライバ(8回路) TD620834PG 1 TOSHBA 1 R101~R102 大素皮製技抗 270 8 8 1 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダンケット 26 pin (2列) 1 MB-H8A挿入コネクタ 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダンケット 26 pin (2列) 1 MB-H8A挿入コネクタ 11 MCU回路 CN1 ビンヘッダンケット 26 pin (2列) 1 MB-H8A挿入コネクタ 12 B3接続回路 CN2 ビンヘッダンケット 26 pin (2列) 1 MB-H8A挿入コネクタ 12 B3接続回路 CN3 E8用コネクタ H-D0(14 pin) 1 1 12 B3接続回路 CN3 E8用コネクタ コモン 47K 9端子 1 ブルマップ用	9		FEIT	ログロリカリング ツマ		<u>.</u>		未実装(ワワツ*のの用意)
Image: Note of the second	10	/3ee 🖽 🛛	I/Seg TOF	小空赤色/366,000		1:		IF=20mA
C101 セラミックコンデンサ 01 μ F 1 11 MCL回路 CNI ビンヘッダソケット 26 pin (2列) 1 MB+8A挿入コネクタ 11 MCL回路 CNI ビンヘッダソケット 26 pin (2列) 1 MB+8A挿入コネクタ 21 CN2 ビンヘッダソケット 26 pin (2列) 1 MB+8A挿入コネクタ 21 CN2 ビンヘッダソケット 26 pin (2列) 1 MB+8A挿入コネクタ 21 CN2 ビンヘッダソケット 26 pin (2列) 1 MB+8A挿入コネクタ 21 E8用コネクタ HEU0(14pin) 1 SunhayatoH8/3694*搭載 12 B3接続回路 CN3 E8用コネクタ HEU0(14pin) 1 12 E121 単合統抗 コモン 47K 9端子 1 ブルマップ用			വ വെസംജരം	アンノドライハロ回席) 歴史度開催症	10020834-0	1.	I USHIBA	
Dist ビスジンコンテンツ Disp 1 MB+#84挿入コネクタ 11 MCU回路 CNI ビンヘッダソケット 26 pin (2列) 1 MB+#84挿入コネクタ CN2 ビンヘッダソケット 26 pin (2列) 1 MB+#84挿入コネクタ マイコンボード MB+#8A 1 SunhayatoH8/3694*搭載 12 B3接続回路 CN3 E8用コネクタ HLD0(14pin) 1 1 H12 B121 単合統抗 コモン 47K 9端子 1				(灰奈)()狭ちれ 長二ミックコンコン・サ	2/0			
In Modeling ONI ビノヘッダノケット 20 pin (290) 1 MB + 8 A # 入口ネクタ CN2 ビンヘッダノケット 20 pin (290) 1 MB + 8 A # 入口ネクタ マイロンボード MB + 8 A 1 Sunhayato H8 / 3694* 搭載 12 B3接続回路 CN3 E8用日ネクタ H=UD(14pin) 1 B121 単分板抗 コモン 47K 9端子 1 ブルマップ用	11			<u>「ビノモツジョノナノリー」</u> 「ピコム aust リケauk	arpr Seieの別)			
ローマイコンボード MB-H8A 1 Sunhayato H8/5694F搭載 12 B3接続回路 CN3 E8用コネクタ HDC0(4pin) 1 B12 B121 単分板抗 コモン 47K 9端子 1 ブルマップ用			CN2	ビントンスノブンド	25 cio (2初)			MB-H946417ネクタ
マーローンフロー マーローン				ロンペンスノリンド	MID-LIQA		Supharata	MBH0A電入日かノス L12/2604F搭載
12 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	12	128接续回路	ONB	13-1日之小二12	HH D(14cin)		odinavato	10/303-1844
	12		B121	生合抵抗	コモン 47K 9端子	l i		ブルアップ用

◇ 参考・引用 文献 ◇

- 1. E8a エミュレータ ユーザーズマニュアル 別冊 (H8/300H Tiny シリーズ接続時の注 意事項)、(㈱ルネサスエレクトロニクス
- 2. E8a エミュレータ ユーザーズマニュアル、㈱ルネサスエレクトロニクス
- 3. H8/3694 グループ ハードウェアマニュアル、㈱ルネサスエレクトロニクス
- 4. High-performance Embedded Workshop V4.09 ユーザーズマニュアル、㈱ルネサスエ レクトロニクス
- 5. TD62083 データシート、㈱東芝
- 6. TC74HC07 データシート、㈱東芝
- 7. 新プロトコルハンドブック、朝日新聞社
- 8. MB-H8A 取り扱い説明書、サンハヤト㈱

平成 25 年度文部科学省委託 「東日本大震災からの復興を担う専門人材育成支援事業」 東北の復興を担う自動車組込みエンジニア育成支援プロジェクト

実践!自動車組込み技術者講座 FPGAとマイコンの連携システム

(ソフトウェア基礎編)

平成 26 年 3 月

学校法人日本コンピュータ学園(東北電子専門学校) 〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院一丁目3番1号

TEL: 022-224-6501

●本書の内容を無断で転記、掲載することは禁じます。