



EV-100-RFB-2

ユーザーズ・マニュアル

株式会社内藤電誠町田製作所
2018/8 第1版 (SBAL-180227-00)

URL: <http://www.ndk-m.co.jp/asmis/>

[メモ]

Windows, Windows7, Windows10は、米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標または商標です。

- ・本資料に記載されている内容は2018年4月現在のもので、今後、予告なく変更することがあります。量産設計の際には最新の個別データ・シート等をご参照ください。
- ・文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。当社は、本資料の誤りに関し、一切その責を負いません。
- ・当社は、本資料に記載された当社製品の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、一切その責を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
- ・本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責を負いません。
- ・当社は、当社製品の品質、信頼性の向上に努めておりますが、当社製品の不具合が完全に発生しないことを保証するものではありません。当社製品の不具合により生じた生命、身体および財産に対する損害の危険を最小限度にするために、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計を行ってください。

(注)

- (1) 本事項において使用されている「当社」とは、株式会社内藤電誠町田製作所をいう。
- (2) 本事項において使用されている「当社製品」とは、(1)において定義された当社の開発、製造製品をいう。

本製品の取り扱いに関する一般的な注意事項

1. 製品保証外となる場合

- ・本製品をお客様自身により分解、改造、修理した場合
- ・落下、倒れなど強い衝撃を与えた場合
- ・保証規格外での使用(過電圧での使用、保証温度範囲外での使用、保証温度範囲外での保存など)
- ・本製品の電源投入中にコネクタやケーブルの抜き差しを行った場合
- ・コネクタやソケットに過度の負荷を与えた場合
- ・静電気や電氣的ノイズの発生しやすい環境で使用した場合、または保管した場合

2. 安全上の注意

- ・本製品の電源供給は内蔵のリチウム充電電池から供給します。使用する前にPCあるいはDC5VアダプタのUSBポートから充電してください。満充電になるとUSBポートから離して充電を停止してください。USBポートに挿しっぱなしのままは障害になるおそれがあるのでご注意ください。

要旨

EV-100-RFB-2は、心電取得用の電極やLED付きフォトリフレクタや加速度センサを用い、小型基板で心電、光電脈波、加速度の生データをログ化することが可能です。

ハードウェアに関する参照ドキュメント

EV-100-RFB-2のMCUIに関する内容は、ルネサスエレクトロニクス株式会社の下記ドキュメントをご参照ください。

No.	タイトル	ドキュメント番号	備考
1	RL78/I1E ユーザーズマニュアル ハードウェア編	R01UH0524JJ	
2	RL78/G1D ユーザーズマニュアル ハードウェア編	R01UH0515JJ	
3	RL78/G1D モジュール (RY7011)ユーザーズマニュアル ハードウェア編	R02UH0004JJ	

目次

1.	はじめに	6
2.	安全にお使いいただくために	7
3.	概説	11
3.1	特徴	11
4.	ハードウェア仕様	12
4.1	全体仕様	12
4.1.1	ブロック図	12
4.1.2	機能概要	12
4.1.3	ご準備いただく物	12
5.	構成	13
5.1	全体構成	13
5.1.1	全体構成	13
5.2	各部の構成	14
5.2.1	センサボード(ECG電極ボード付き)	14
5.2.2	センサボードのコネクタインタフェース	15
5.2.3	電源ボード(筐体付き)	16
5.2.4	電源ボードのコネクタインタフェース	16
5.2.5	E1アシストボードセット	17
5.2.6	E1 アシストボード1のコネクタインタフェース	18
5.2.7	E1 アシストボード2のコネクタインタフェース	19
5.3	ECG電極ボード構造	20
5.3.1	ECG電極ボード2構造	20
6.	回路構成について	21
6.1	各ボードの回路構成	21
6.1.1	センサボード回路構成	21
6.1.2	電源ボード回路構成	24
6.1.3	E1 アシストボード回路構成	25
7.	サンプルソフトウェア	26
7.1	コンパイル、ビルド環境について	26
7.2	サンプルソフトウェアについて	26
7.3	RL78/I1Eのサンプルコード(ソフトウェア)について	27
7.3.1	ファイル構成	27
7.3.2	コード生成ツールでの生成仕様	28
7.4	動作について	37
7.4.1	動作環境	37
7.4.2	通信ボーレート設定、パケットフォーマット	38
7.4.3	RY7011と対向のRL78/G1Dの動作について	38
8.	操作説明	39
8.1	電源投入方法	39
8.2	USB充電方法	39
8.3	測定方法	40
8.4	E1エミュレータとの接続	41
8.5	サンプルグラフ表示ソフトウェアの使用方法	42
9.	保証	44
9.1	保証規定	44
9.2	製品保証	44
10.	改版履歴	45

1. はじめに

この度は、EV-100-RFB-2(RL78/I1E評価キット)をご購入いただき誠にありがとうございました。
ご使用前に本マニュアルをよくお読みのうえ、正しく使用して下さい。

製品がお手元に届きましたら、まず動作の確認をお願いします。
万が一、製品が正常に動作しない場合は修理・交換させていただきますので、購入元へ連絡をお願いします。

本製品は、ルネサスエレクトロニクス株式会社製**計測機器向け**マイコンRL78/I1Eを搭載した評価キットです。

本マニュアルでは、EV-100-RFB-2(RL78/I1E評価キット)を使用するための準備や使用方法について説明します。以下、EV-100-RFB-2(RL78/I1E評価キット)は「本製品」と記述します。

また、関連文書として以下に示した資料を使用します。

関連文書	発行者
RM-110-RFB-2(Bluetooth low energy 組込無線モジュール)ユーザーズマニュアル	(株)内藤電誠町田製作所

関連文書	発行者
RL78/I1E ユーザーズマニュアル ハードウェア編	ルネサスエレクトロニクス
RL78/G1D ユーザーズマニュアル ハードウェア編	ルネサスエレクトロニクス
RL78/G1D モジュール (RY7011)ユーザーズマニュアル ハードウェア編	ルネサスエレクトロニクス

2. 安全にお使いいただくために

本製品は、安全に十分配慮して設計されています。しかし、誤った使い方をすると、火災や感電などにより人身事故になることがあります危険です。事故を防ぐために次のことを必ずお守り下さい。

表記の意味

本製品を安全にお使いいただくための項目を次のように記載しています。

記載内容を守っていただけない場合、どの程度影響があるかを表しています。

 警告	人が死亡または重症を負うことが想定される内容を示します。
 感電	人が感電してしまうことが想定される内容を示します。
 注意	人が傷害を負うことが想定される内容、および、物的損害の発生が予想される内容を示します。

傷害や事故の発生を防止するための禁止事項は次のマークで表しています。

 禁止	してはいけないことの内容を示します。
---	--------------------

傷害や事故の発生を防止するための指示事項は次のマークで表しています。

 厳守	必ず行っていただきたい事項の内容を示します。
---	------------------------

警告事項

人が死亡または重症を負うことが想定される内容を示します。
また人が感電してしまうことが想定される内容を示します。

感電注意**禁止**

- **分解・改造はしないで下さい。**
感電・漏電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。
- **近くで、喫煙や飲食をしないで下さい。**
感電・漏電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。
- **落としたり、強い衝撃を与えたりしないで下さい。**
感電・漏電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。
- **次のような場所では使用、保管しないで下さい。**
 - ・ 屋外など直射日光が当たる場所
 - ・ 湯気、塵、油煙などの多い場所
 - ・ 静電気や電磁気的なノイズが発生しやすい場所
 - ・ 振動するような場所
 - ・ 不安定な場所
 - ・ 腐食性ガスが発生するような場所
 - ・ 水がかかる場所
 - ・ 結露した状態
 感電・漏電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。
- **薬品の近くで使用や保管はしないで下さい。**
溶けたり、変形したり、故障の原因となります。
- **過電圧での使用、保証温湿度範囲外での使用や保管はしないで下さい。**
感電・漏電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。
- **火中へ投下したり、熱いものに近づけたり、加熱しないで下さい。**
故障・火傷・火災・発熱の原因となります。
- **濡れた手で、本製品及び測定対象となる電気機器のプラグを抜き差ししないで下さい。**
感電・漏電・故障の原因となります。
- **電源が切れていても、濡れた手で触らないで下さい。**
感電・漏電・故障の原因となります。
- **通電中にケースの蓋を開けないで下さい。必ず電源コードのプラグを抜いてからケースの蓋を開けて下さい。**
感電・故障の原因となります。
- **端子をショートさせないで下さい。**
感電・故障の原因となります。
- **電源コードを束ねた状態では使用しないで下さい。**
感電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。
- **電源コードの被覆が損傷していた場合は、使用を中止して下さい。**
感電・漏電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。
- **本製品及び測定対象となる電気機器のプラグが変形しているものは使用しないで下さい。**

	<p>感電・漏電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。</p> <ul style="list-style-type: none">• Pmod モジュール I/F は、一次側電源と絶縁されておりません。電源が入っている場合は、感電にご注意下さい。 感電・故障の原因となります。
 厳守	<ul style="list-style-type: none">• ご使用の前には、必ず入力電源電圧および電源コードの外観などに異常がないかご確認下さい。確認の際には、必ず電源コードのプラグを抜いて下さい。 感電・漏電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。• 万一、煙や異臭、異常な音、異常な発熱などが発生した時は、すぐにコンセントから本製品の電源コードのプラグを抜いて下さい。 感電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。• 電源を切った後も部品が発熱している恐れがあります。ケースの蓋を開ける場合は、十分に注意して下さい。 火傷の原因となります。• 消費電流が 15A を越えないように接続して下さい。 感電・漏電・故障・火傷・火災・発熱の原因となります。

 **警告事項** **感電注意**

人が死亡または重症を負うことが想定される内容を示します。
また人が感電してしまうことが想定される内容を示します。

 禁止	<ul style="list-style-type: none">リチウムイオン電池に関して 添付のリチウムイオン電池から、他のリチウムイオン電池への変更は厳禁です。 充放電時に発熱・発煙・発火する原因となります。 感電・漏電・故障・火傷の原因となります。
 禁止	<ul style="list-style-type: none">無線通信に関して 埋め込み型心臓ペースメーカーや医療電気機器の近く、航空機内や病院内など、電波が周辺の機器に影響を与える場所や無線機器の使用が禁止されている場所では、電源を入れないで下さい。 人体に影響・故障の原因となります。
 厳守	<ul style="list-style-type: none">廃棄に関して リチウムイオン電池は法令によりリサイクルが義務付けられています。 EV-100-RFB-2を廃棄する場合はお手数でも弊社まで着払いにて必ずご返送をお願いします。

3. 概説

3.1 特徴

- RL78/I1Eにて計測した心電、光電脈波、加速度を外部に伝えるために、Bluetooth® Low Energy通信のMCUを採用。(ボードサイズ: 縦: 11 [mm], 横: 18 [mm])
 - ルネサスエレクトロニクス株式会社製 RL78/I1E「R5F11CCCGBG」を採用。
内蔵フラッシュROM: 32KB, 内蔵データ・フラッシュ: 4KB, 内蔵RAM: 8KB, 36ピン。
脈拍計測に必要なアナログ部品を取り込んだMCU。
 - 電源部は、電源用に3V生成回路としております。
 - 新日本無線株式会社製 脈波計測用センサ「NJL5304R」を採用。
高出力の緑LEDと高感度のSiフォトリンジスタで、光学フィルタ付きのLED付フォトリフレクタ。小型パッケージ 3.15×4.35×0.80 [mm]。
 - Analog devices 社製 3軸加速度センサ「ADXL362」を採用。
12ビット分解能で、最大±8gまでの動きを検出可能。低消費電力動作(Low Power Mode)で1.8[uA]。マイコンからの任意のタイミング入力にてサンプリング可能。小型パッケージ 3.0×3.25×1.06 [mm]。
 - ルネサスエレクトロニクス株式会社製 Bluetooth® Low Energy モジュール「RY7011」を採用。
RL78/G1D (R5F11AGJANB)を搭載した Bluetooth® Low Energy モジュールを利用しています。本モジュールは、42ピンで、アンテナを搭載済で 8.95[mm]×13.5[mm]と小さく、電波法認定を取得済です。
- E1 アシストボードで簡単に内部評価ができます。
 - 内蔵フラッシュメモリにお客様のプログラムを書く場合、プログラムを書くだけでなく、簡単なプログラム動作確認が可能です。

4. ハードウェア仕様

4.1 全体仕様

4.1.1 ブロック図

以下に、EV-100-RFB-2の全体ブロック図概略を示します。

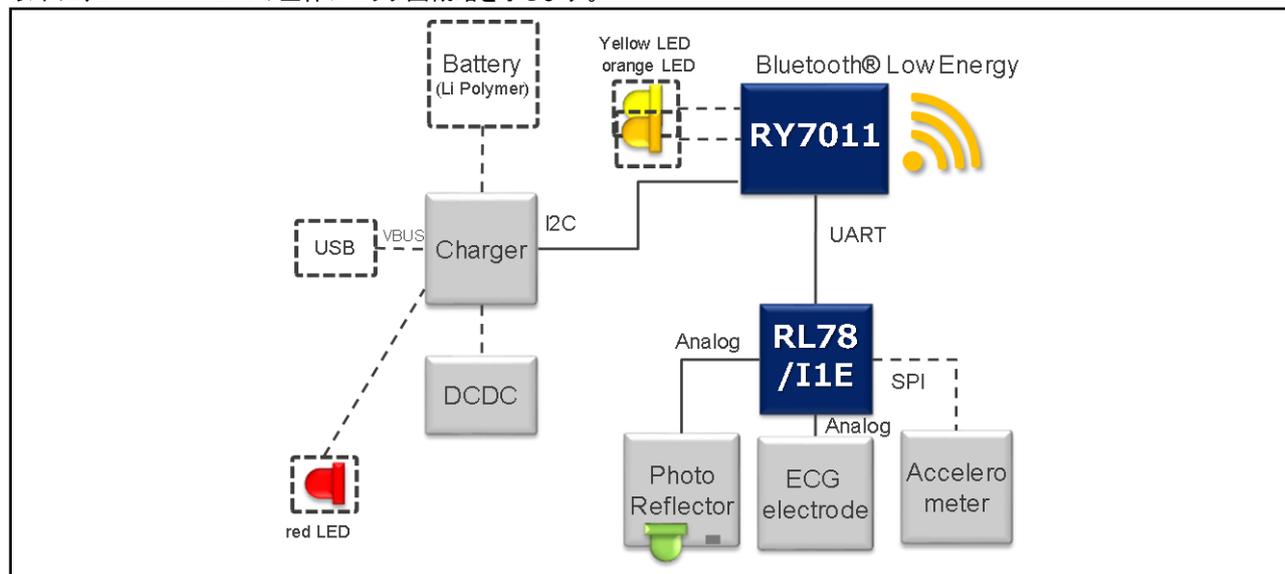


図 1 全体ブロック図概略

4.1.2 機能概要

RL78/I1Eを用いて、心電取得用の電極と光センサとLED付きフォトリフレクタを制御することにより、心電、光電脈波、加速度を取得することが可能です。また、Bluetooth® low energyを用いた通信により、取得したデータを参照することが出来ます。

【注】上記機能は、保有する機能であり、保証する内容とは異なります。

【注】Bluetooth®は、Bluetooth SIG, INC.の登録商標です。

4.1.3 ご準備いただく物

機能をご利用いただくために、ご準備が必要になります。

- Bluetooth® Low Energy 通信には、対向の Bluetooth® Low Energy デバイスをご用意頂く必要がございます。RL78/G1D 評価キット RTK0EN0001D01001BZ を対向デバイスとして使用することができます。

<https://www.renesas.com/ja-jp/products/software-tools/boards-and-kits/evaluation-demo-solution-boards/rtk0en0001d01001bz.html>

- 内部評価を行う際には、E1 エミュレータ R0E000010KCE00 と動作環境が必要です。

5. 構成

5.1 全体構成

5.1.1 全体構成

本製品は2枚のボード(センサボード と 電源ボード)が積み重なって構成されます。
以下に、ボードの構成を含めた構成概略を示します。

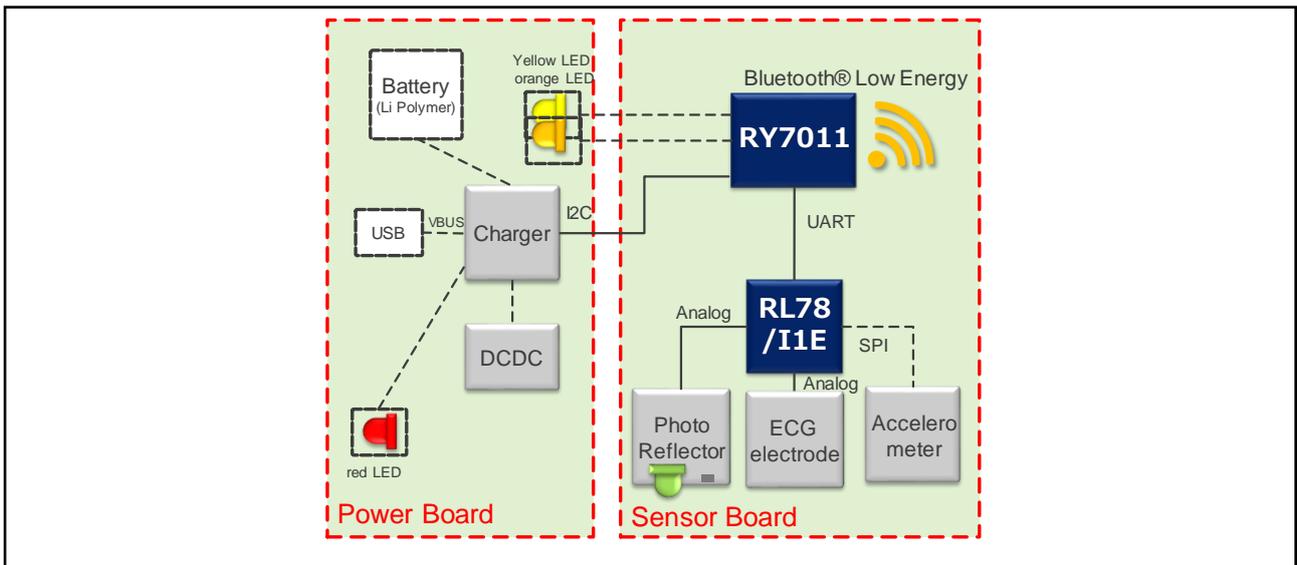


図 2 ボード全体構成図概略

また以下に、E1エミュレータR0E000010KCE00との接続するボード(以下、E1アシストボード1または2と略す)を含めた構成概略を示します。内部評価や内蔵フラッシュメモリへの書き込みに使用します。

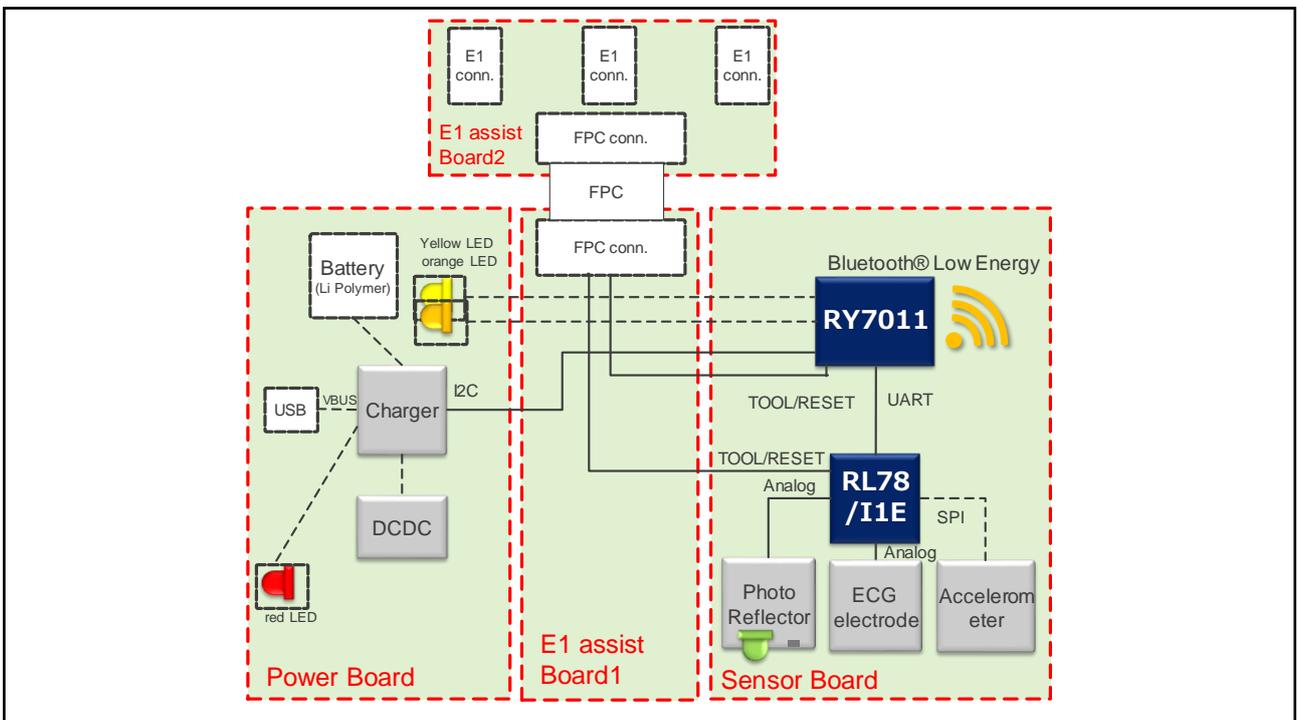


図 3 E1 アシストボード 1/2 取付時の全体構成図概略

5.2 各部の構成

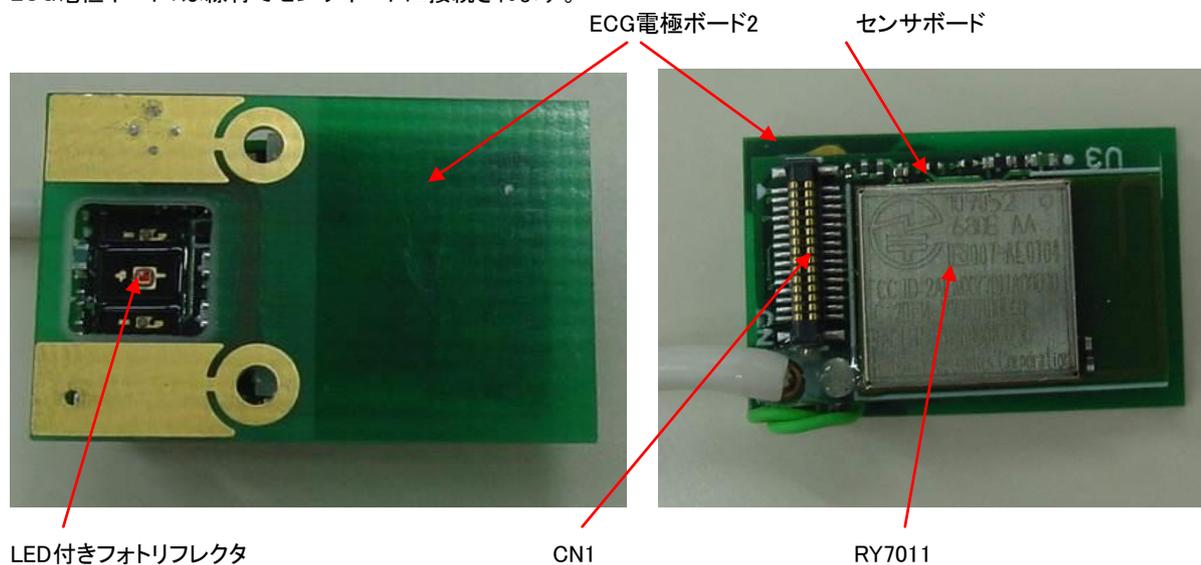
5.2.1 センサボード(ECG電極ボード付き)

センサボードには、高出力の緑LEDと高感度のSiフォトトランジスタを搭載したLED付きフォトリフレクタと、3軸の加速度センサを用意しています。また心電の電極基板(2枚)を線材で接続しています。外部との通信には、RY7011(Bluetooth® Low Energyモジュール)を用いて、Bluetooth® Low Energyにより通信することが可能です。

以下に、センサボード(ECG電極ボード付き)を示します。



ECG電極ボード1は線材でセンサボードに接続されます。



LED付きフォトリフレクタ

CN1

RY7011

図 4 センサボード(ECG電極ボード付き)

5.2.2 センサボードのコネクタインタフェース

以下にインタフェース信号表を示します。

表 1 センサボードのコネクタ CN1 インタフェース

Pin No	Signal	Pin No	Signal
1	4.8V	16	—
2	I2C_SDA9	17	+3.0V
3	I2C_SCL9	18	+3.0V
4	LED_YELLOW	19	VBAT_ON
5	—	20	—
6	4.8V EN	21	—
7	MON_BAT	22	—
8	FET_ON	23	RESET_IN_G1D
9	DIG_IO1/BUZ	24	RESET_OUT_G1D
10	DIG_IO3/CHG_INT	25	TOOL0_G1D
11	DIG_IO2/MODE	26	RESET_IN_I1E
12	—	27	RESET_OUT_I1E
13	—	28	TOOL0_I1E
14	—	29	GND
15	LED_ORANGE	30	GND

5.2.3 電源ボード(筐体付き)

電源ボードは、USBを用いた二次電池充電及び放電制御IC (BQ25120)搭載し、二次電池での駆動をサポートします。また3.0Vを供給するDCDC2(TPS73630DBV)を搭載しています。

以下に、電源ボードを示します。

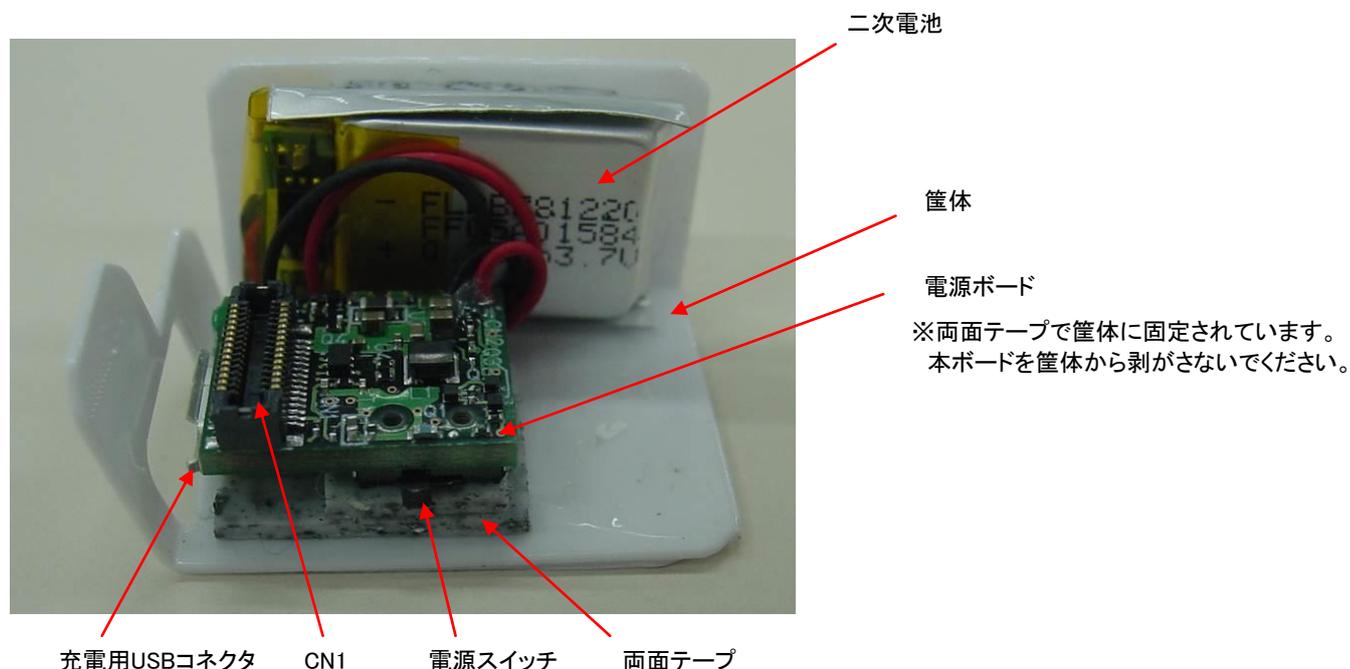


図 5 電源ボード(筐体付き)

5.2.4 電源ボードのコネクタインタフェース

以下にインタフェース信号表を示します。

表 2 電源ボードのコネクタ CN1 インタフェース

Pin No	Signal	Pin No	Signal
1	4.8V	16	—
2	I2C_SDA9	17	+3.0V
3	I2C_SCL9	18	+3.0V
4	LED_YELLOW	19	VBAT_ON
5	—	20	—
6	4.8V EN	21	—
7	MON_BAT	22	—
8	FET_ON	23	RESET_IN_G1D
9	DIG_IO1/BUZ	24	RESET_OUT_G1D
10	DIG_IO3/CHG_INT	25	TOOL0_G1D
11	DIG_IO2/MODE	26	RESET_IN_I1E
12	—	27	RESET_OUT_I1E
13	—	28	TOOL0_I1E
14	—	29	GND
15	LED_ORANGE	30	GND

5.2.5 E1 アシストボードセット

本ボードセットを用いて、内蔵ROMにプログラムを書き込みや、内部評価が可能です。

以下に、本ボードセットを示します。

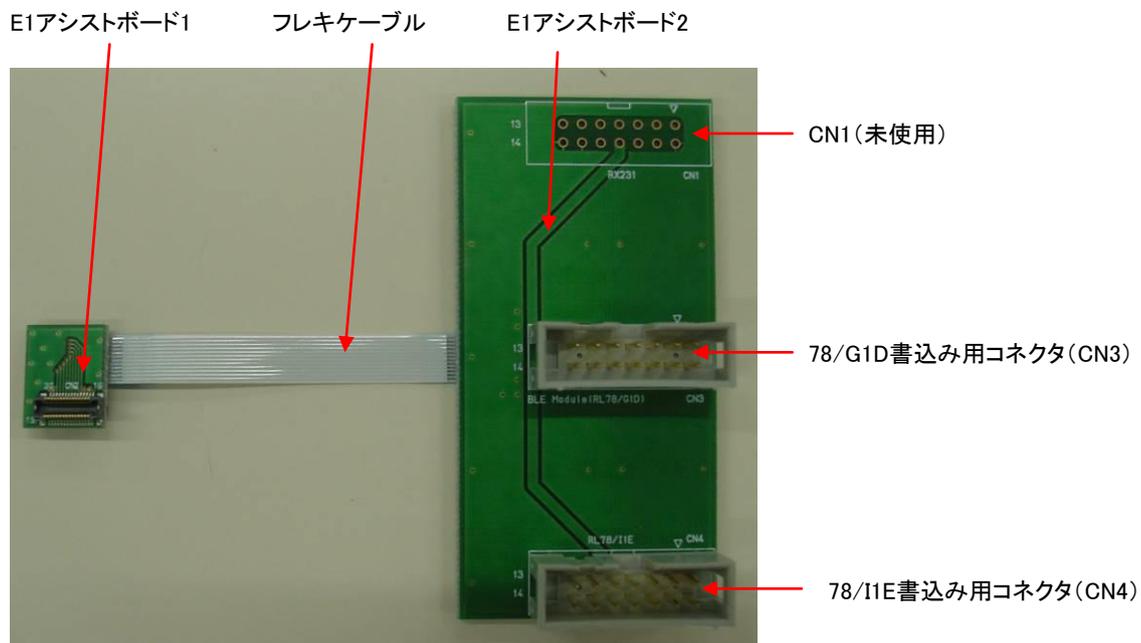


図 6 E1 アシストボードセット

内部評価やプログラムの書き込みを行う際には、ターゲットとなるマイコンに合わせて、E1エミュレータが接続できるよう、コネクタもあわせて配置しております。上記図に従って、対象コネクタをE1エミュレータ用のケーブルを接続してください。

5.2.6 E1 アシストボード1 のコネクタインタフェース

コネクタCN1インタフェースは、電源ボードとの接続に使用します。
 コネクタCN2インタフェースは、センサボードとの接続に使用します。
 コネクタCN3インタフェースは、E1アシストボード2との接続に使用します。

以下にE1アシストボード1のコネクタのインタフェース信号表を示します。

表 3 コネクタ CN1 インタフェース

Pin No	Signal	Pin No	Signal
1	4.8V	16	—
2	I2C_SDA9	17	+3.0V
3	I2C_SCL9	18	+3.0V
4	LED_YELLOW	19	VBAT_ON
5	—	20	—
6	4.8V EN	21	—
7	MON_BAT	22	—
8	FET_ON	23	RESET_IN_G1D
9	DIG_IO1/BUZ	24	RESET_OUT_G1D
10	DIG_IO3/CHG_INT	25	TOOL0_G1D
11	DIG_IO2/MODE	26	RESET_IN_I1E
12	—	27	RESET_OUT_I1E
13	—	28	TOOL0_I1E
14	—	29	GND
15	LED_ORANGE	30	GND

表 4 コネクタ CN2 インタフェース

Pin No	Signal	Pin No	Signal
1	4.8V	16	—
2	I2C_SDA9	17	+3.0V
3	I2C_SCL9	18	+3.0V
4	LED_YELLOW	19	VBAT_ON
5	—	20	—
6	4.8V EN	21	—
7	MON_BAT	22	—
8	FET_ON	23	RESET_IN_G1D
9	DIG_IO1/BUZ	24	RESET_OUT_G1D
10	DIG_IO3/CHG_INT	25	TOOL0_G1D
11	DIG_IO2/MODE	26	RESET_IN_I1E
12	—	27	RESET_OUT_I1E
13	—	28	TOOL0_I1E
14	—	29	GND
15	LED_ORANGE	30	GND

表 5 コネクタ CN3 インタフェース

Pin No	Signal
1	3.0V
2	—
3	—
4	—
5	RESET_IN_BLE
6	RESET_OUT_BLE
7	TOOL0_BLE
8	RESET_IN_I1E
9	RESET_OUT_I1E
10	TOOL0_I1E
11	GND
12	GND

5.2.7 E1 アシストボード 2 のコネクタインタフェース

コネクタCN1インタフェースは、使用しません。

コネクタCN2インタフェースは、E1アシストボード1との接続に使用します。

コネクタCN3インタフェースは、RY7011 とE1との接続に使用します。

コネクタCN4インタフェースは、RL78/I1E とE1との接続に使用します。

以下に各コネクタのインタフェース信号表を示します。

表 6 コネクタ CN2 インタフェース

Pin No	Signal
1	3.0V
2	—
3	—
4	—
5	RESET_IN_BLE
6	RESET_OUT_BLE
7	TOOL0_BLE
8	RESET_IN_I1E
9	RESET_OUT_I1E
10	TOOL0_I1E
11	GND
12	GND

表 7 コネクタ CN3 インタフェース

Pin No	Signal
1	—
2	GND
3	—
4	—
5	TOOL0-1
6	—
7	—
8	+3.3V-1
9	+3.3V-1
10	RESETB-1
11	—
12	GND
13	RESETB-1
14	GND

表 8 コネクタ CN4 インタフェース

Pin No	Signal
1	—
2	GND
3	—
4	—
5	TOOL0-2
6	—
7	—
8	VBAT-1
9	VBAT-1
10	RESETB-2
11	—
12	GND
13	RESETB-2
14	GND

5.3 ECG 電極ボード構造

5.3.1 ECG 電極ボード 2 構造

センサボードに接続するECG電極ボード2の構造を以下に示します。

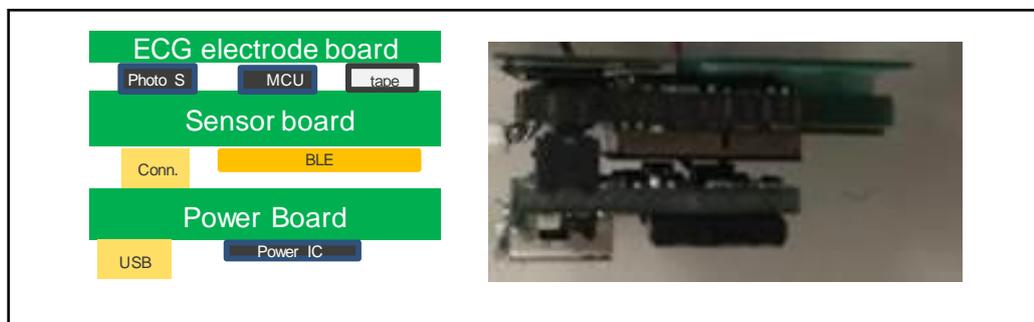


図 7 ECG 電極ボード 2 の構造図

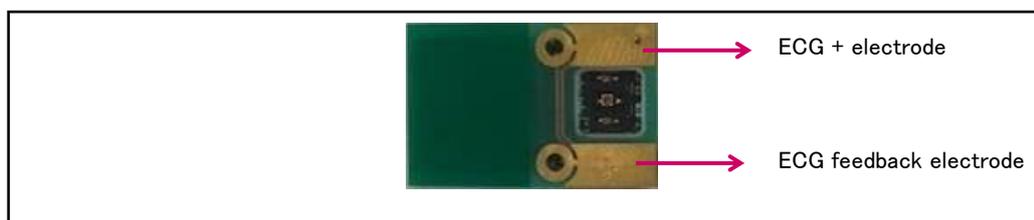


図 8 ECG 電極ボード 2 の俯瞰図

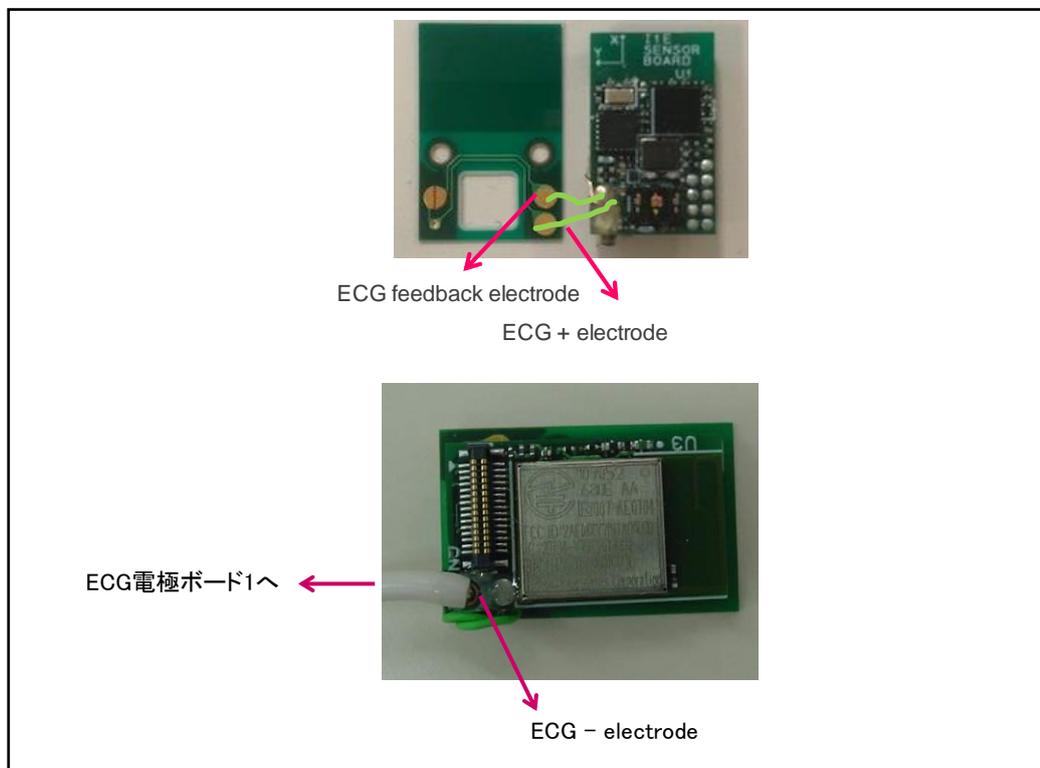


図 9 ECG 電極ボード 2 の接続

6. 回路構成について

6.1 各ボードの回路構成

6.1.1 センサボード回路構成

RL78/I1Eを用いて、LED付きフォトリフレクタや、心電測定回路、加速度センサを制御するボードです。またRY7011 (Bluetooth® Low Energyモジュール)を用いて、Bluetooth® Low Energy通信を行います。下記に回路図を示します。

心電測定回路は、Feedback電極と反転増幅回路を使用することで、共通モードノイズである、ハムノイズを抑制する回路を搭載しています。下記に参考の論文を示します。

B. B. Winter and J. G. Webster, "Driven-right-leg circuit design," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. BME-30, no. 1, pp. 62-66, Jan. 1983.

【注】

回路図中に記載されている事項、および未結線端子については、RL78/I1E、G1Dの各ハードウェアマニュアルを参照して従ってください。

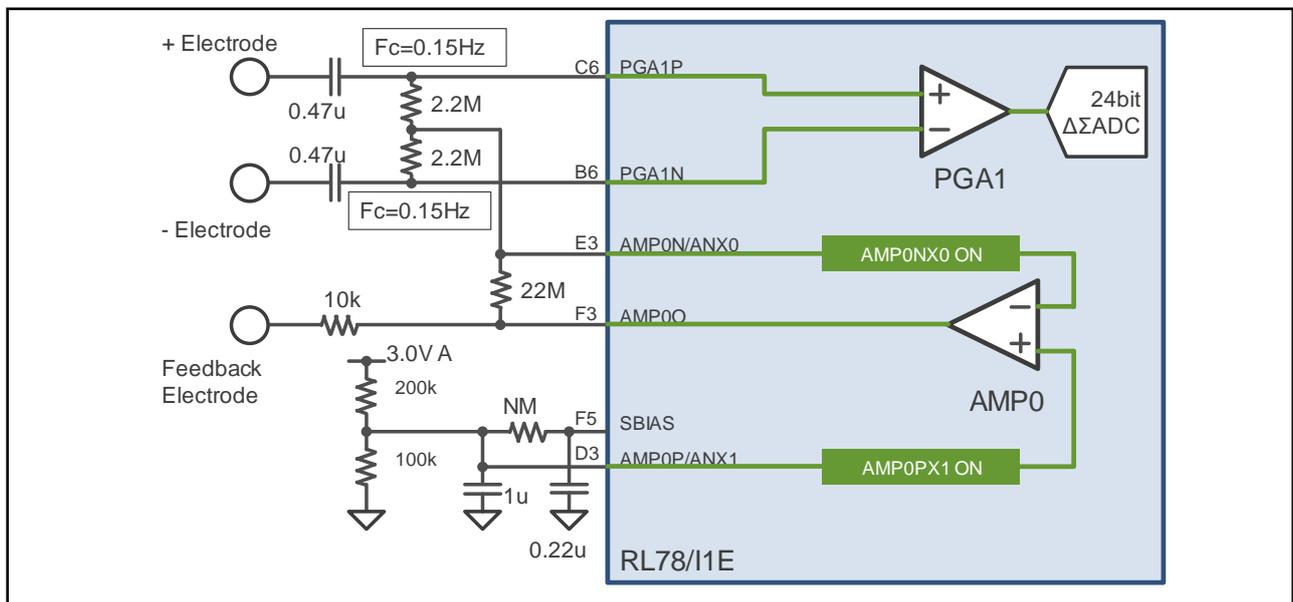


図 10 心電測定回路の詳細

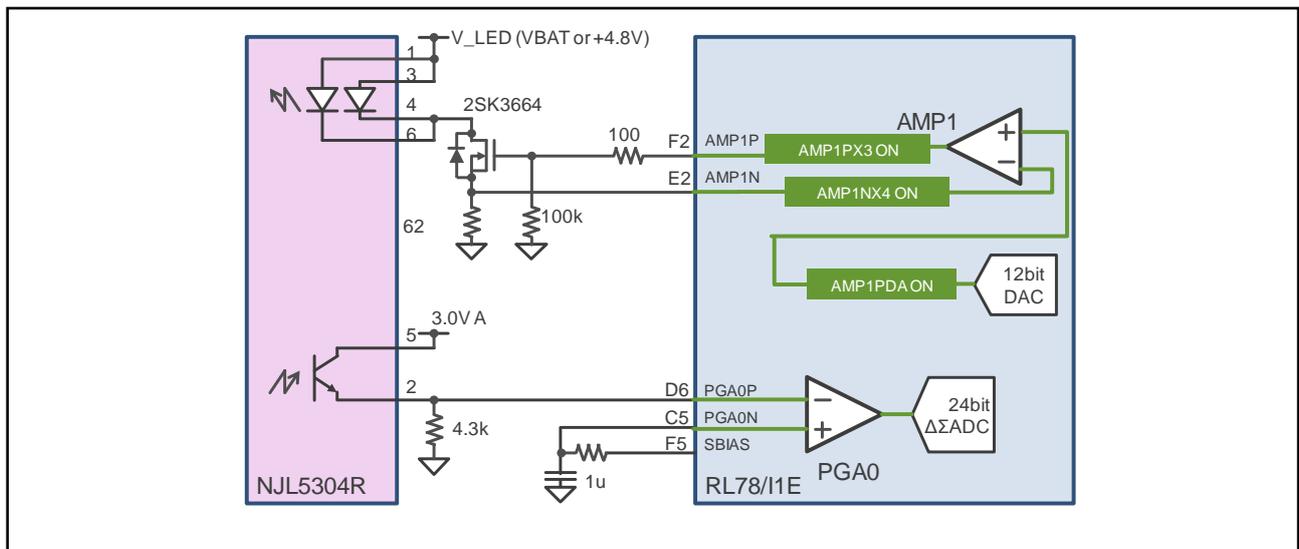


図 11 脈波測定回路の詳細

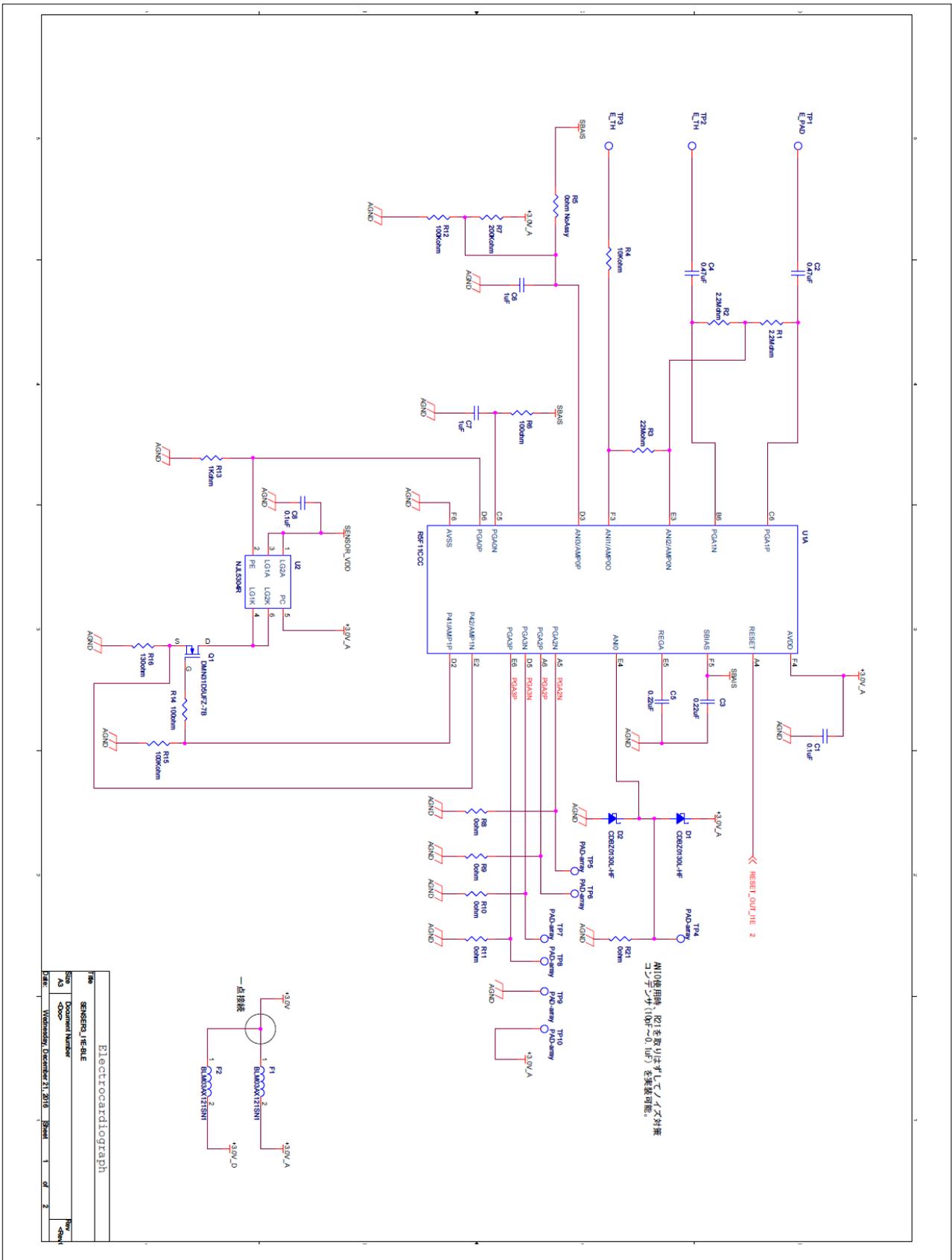


図 12 センサボード回路図1

Title		Electrocardiograph	
File	SENSOR_H-RFB1E	Docu-ment Number	
Size	A3	Docu-ment Number	
Date	Wednesday, December 21, 2016	Sheet	1 of 2

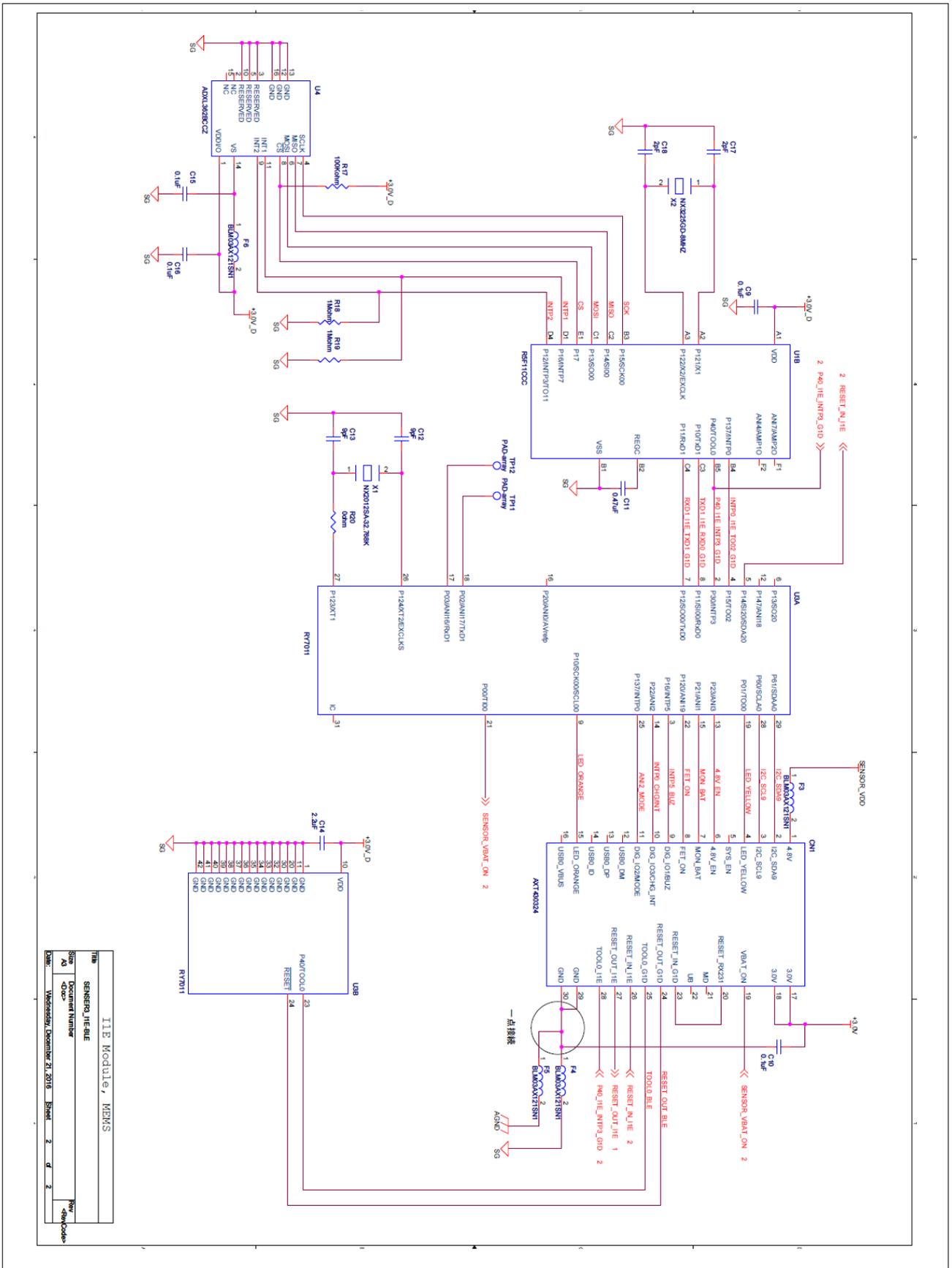


図 13 センサボード回路図2

6.1.2 電源ボード回路構成

バッテリーの充電及び、センサボードで使用する3.0V電源の生成を行います。デバッグ用の黄色とオレンジ色のLEDも搭載しています。

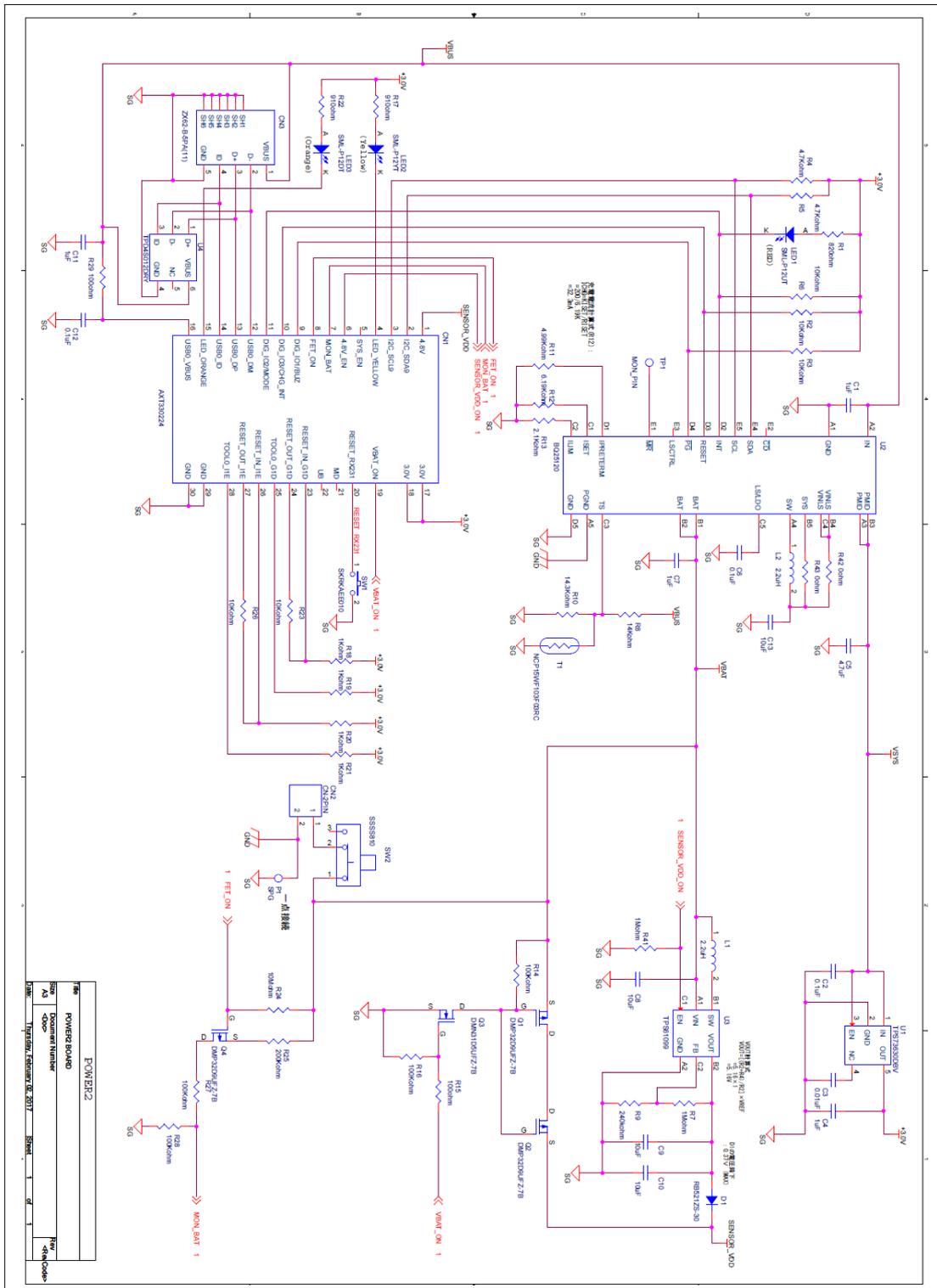


図 14 電源 ボード回路図

6.1.3 E1 アシストボード回路構成

デバッグE1と接続し、内部評価や内部情報の取り出しや内蔵フラッシュメモリ書き込み等を行うためのボードです。以下に回路図を示します。

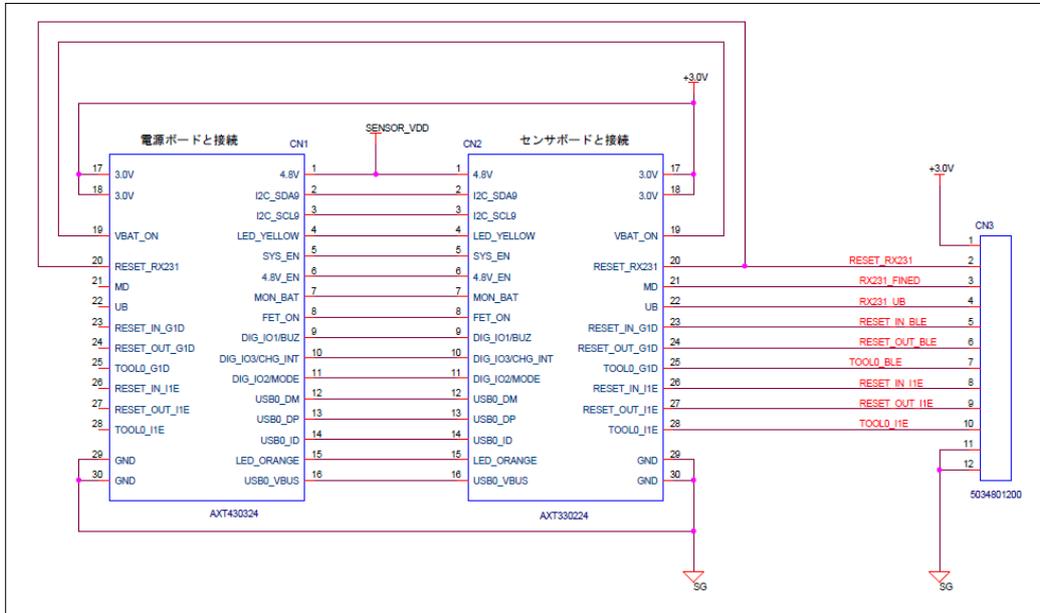


図 15 E1 アシストボード1回路図

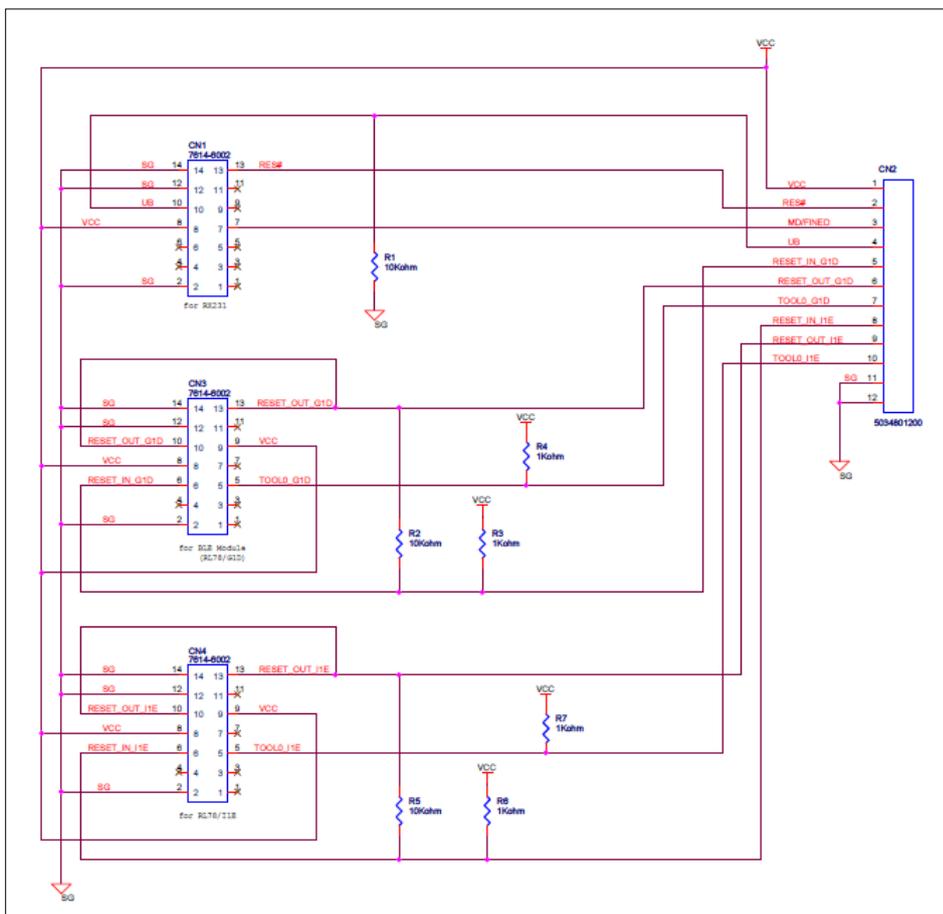


図 16 E1 アシストボード2回路図

7. サンプルソフトウェア

7.1 コンパイル、ビルド環境について

下記の環境でコンパイル、ビルドの確認を行っています。

表 9 コンパイル、ビルド環境について

OS	Windows10 Enterprise 64bit
SDK	CS+ for CC V6.00
コンパイラ	RL78 License Pack 1 Professional(CC-RL)
コンパイルオプション	CS+ デフォルト設定

7.2 サンプルソフトウェアについて

本システムに付属するサンプルソフトウェアは、以下の4つになります。

1. RL78/I1Eのサンプルコード
2. RY7011(RL78/G1D)のサンプルファームウェア(G1D_SN_CCRL.hex)
3. Bluetooth® Low Energyで通信されたデータを受け取る、RL78/G1D 評価キット(RTK0EN0001D01001BZ)などに使用する為のRL78/G1Dのサンプルファームウェア(G1D_AP_CCRL.hex)
4. 対向側のRL78/G1D評価キットからUARTで受け取ったデータをグラフ表示するWindows PCのGUIサンプルファームウェア(EPEVK.exe)

7.3 RL78/I1E のサンプルコード(ソフトウェア)について

7.3.1 ファイル構成

下記に、RL78/I1Eサンプルソフトウェアのファイル構成を示します。

表 10 RL78/I1E サンプルコード ファイル一覧

source file name	comments
cstartasm	— no change file — (created by code generator)
stkinitasm	— no change file — (created by code generator)
iodef.h	— no change file — (created by code generator)
cg_src¥	
r_cg_main.c	modified : main(), R_MAIN_UserInit() added : r_measure(), r_send()
r_cg_systeminitc	— no change file — (created by code generator)
r_cg_cgc.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_cgc_user.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_portc	— no change file — (created by code generator)
r_cg_port_user.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_pga_dsad.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_pga_dsad_user.c	modified : r_pga_dsad_interrupt_conversion(), r_pga_dsad_interrupt_scan()
r_cg_cam.p.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_cam.p_user.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_dac.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_dac_user.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_sau.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_sau_user.c	added : R_CSIputc0_getc(), R_ADXL362_write_verify(), R_ADXL362_begin(), R_ADXL362_end(), R_ADXL362_fifo_read()
r_cg_intp.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_intp_user.c	modified : r_intc7_interrupt()
r_cg_tau.c	— no change file — (created by code generator)
r_cg_tau_user.c	modified : r_tau1_channel0_interrupt(), r_tau1_channel1_interrupt(), added : r_waiting_tm10()
r_cg_macrodriver.h	— no change file — (created by code generator)
r_cg_userdefine.h	added : many definition
r_cg_cgc.h	— no change file — (created by code generator)
r_cg_porth	— no change file — (created by code generator)
r_cg_pga_dsad.h	— no change file — (created by code generator)
r_cg_cam.p.h	— no change file — (created by code generator)
r_cg_dac.h	— no change file — (created by code generator)
r_cg_sau.h	added : proto-type definition
r_cg_intp.h	— no change file — (created by code generator)
r_cg_tau.h	added : proto-type definition

7.3.2 コード生成ツールでの生成仕様

(1) 共通クロック発生回路設定

クロック設定	ブロック図	オンチップ・デバッグ設定	リセット要因確認	安全機能設定	データ・フラッシュ
VDD設定					
<input type="radio"/> 高速メイン・モード 4.0(V) ≤ VDD ≤ 5.5(V) <input checked="" type="radio"/> 高速メイン・モード 2.7(V) ≤ VDD ≤ 5.5(V) <input type="radio"/> 高速メイン・モード 2.4(V) ≤ VDD ≤ 5.5(V)					
メイン・システム・クロック(fMAIN)ソースの設定					
<input type="radio"/> 高速オンチップ・オシレータ・クロック(fHOCO) <input type="radio"/> PLL出力クロック(fPLL) <input checked="" type="radio"/> 高速システム・クロック(fMX)					
24ビット ΔΣ A/Dコンバータの動作クロック(fDSAD)ソースの設定					
<input type="radio"/> 高速オンチップ・オシレータ・クロック(fHOCO) <input type="radio"/> PLL出力クロック(fPLL/2) <input checked="" type="radio"/> 高速システム・クロック(fMX)					
RTCの動作クロック(fRTC)ソースの設定					
<input checked="" type="radio"/> 停止 <input type="radio"/> 高速オンチップ・オシレータ・クロック(fHOCO) <input type="radio"/> 高速システム・クロック(fMX)					
高速オンチップ・オシレータ・クロック(fHOCO)設定					
<input type="checkbox"/> 動作 周波数: 32 (MHz)					
高速システム・クロック(fMX)設定					
<input checked="" type="checkbox"/> 動作					
<input checked="" type="radio"/> X1発振(fX) <input type="radio"/> 外部クロック入力(fEX)					
周波数: 8 (MHz)					
発振安定時間: 2 ¹⁸ /fX 32768 (μs)					
PLL出力クロック(fPLL)設定					
周波数: 64 (MHz)					
24ビット ΔΣ A/Dコンバータの動作クロック(fDSAD)設定					
周波数: 8 (MHz)					
低速内蔵発振クロック(fIL)設定					
周波数: 15 (kHz)					
RTCの動作クロック(fRTC)設定					
周波数: 32.768 (kHz)					
RTC/インターバルタイマ/タイマRJ動作クロックの設定					
RTC/インターバルタイマ/タイマRJ動作クロック: fIL 15 (kHz)					
CPUと周辺クロック設定					
CPUと周辺クロック(fCLK): fMX 8000 (kHz)					

図 17 コード生成ツール クロック設定

(2) ポート制御設定

Port1	Port4	Port12	Port13
P10	<input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> N-ch <input type="checkbox"/> 1を出力		
P11	<input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> TTLバッファ <input type="checkbox"/> N-ch <input type="checkbox"/> 1を出力		
P12	<input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> TTLバッファ <input type="checkbox"/> N-ch <input type="checkbox"/> 1を出力		
P13	<input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> N-ch <input type="checkbox"/> 1を出力		
P14	<input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input type="radio"/> 出力 <input checked="" type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> TTLバッファ <input type="checkbox"/> N-ch <input type="checkbox"/> 1を出力		
P15	<input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> TTLバッファ <input type="checkbox"/> N-ch <input type="checkbox"/> 1を出力		
P16	<input checked="" type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> N-ch <input type="checkbox"/> 1を出力		
P17	<input type="radio"/> 使用しない <input type="radio"/> 入力 <input checked="" type="radio"/> 出力 <input type="checkbox"/> 内蔵プルアップ <input type="checkbox"/> N-ch <input checked="" type="checkbox"/> 1を出力		

図 18 コード生成ツール ポート制御設定

(3) タイマアレイユニット設定

【一般設定】

タイマ・アレイ・ユニット0	タイマ・アレイ・ユニット1	
一般設定	チャンネル0	チャンネル1
機能		
チャンネル 0	インターバル・タイマ	
チャンネル 1	方形波出力	

【チャンネル0】

タイマ・アレイ・ユニット0	タイマ・アレイ・ユニット1	
一般設定	チャンネル0	チャンネル1
インターバル・タイマ設定		
インターバル時間(16ビット)	100	μs (実際の値: 100)
<input type="checkbox"/> カウント開始時にINTTM10割り込みを発生する		
割り込み設定		
<input checked="" type="checkbox"/> タイマ・チャンネル0のカウント完了で割り込み発生(INTTM10)		
優先順位	レベル2	

【チャンネル1】

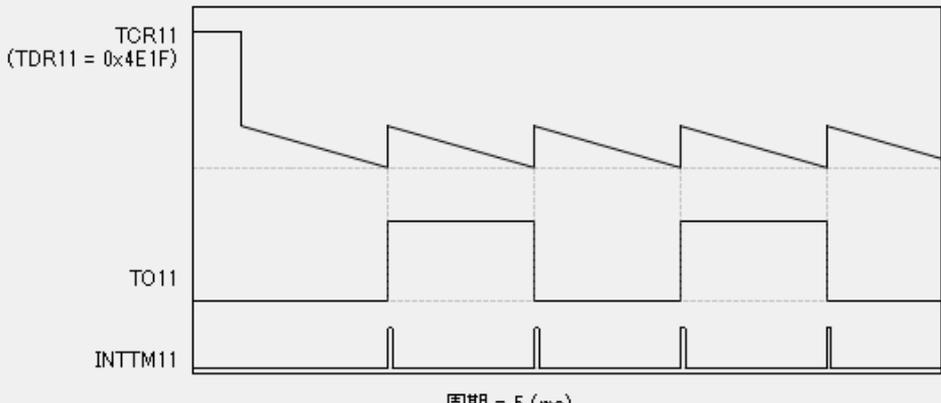
タイマ・アレイ・ユニット0	タイマ・アレイ・ユニット1	
一般設定	チャンネル0	チャンネル1
方形波幅設定		
方形波幅	2.5	ms (実際の値: 2.5)
<input type="checkbox"/> カウント開始時にINTTM11を発生し、タイマ出力を反転する		
出力設定		
初期出力値	0	
<p>方形波幅波形</p>  <p>周期 = 5 (ms)</p>		
割り込み設定		
<input checked="" type="checkbox"/> タイマ・チャンネル1のカウント完了で割り込み発生(INTTM11)		
優先順位	レベル2	

図 19 コード生成ツール タイマ設定

(4) PGA+ $\Delta\Sigma$ ADC設定

共通設定

共通設定	マルチプレクサ0	マルチプレクサ1	マルチプレクサ2	マルチプレクサ3	温度センサ
-動作設定-					
<input type="radio"/> 使用しない			<input checked="" type="radio"/> 使用する		
-使用マルチプレクサ設定-					
<input checked="" type="checkbox"/> マルチプレクサ0	入力モード	差動			
<input checked="" type="checkbox"/> マルチプレクサ1	入力モード	差動			
<input type="checkbox"/> マルチプレクサ2	入力モード	差動			
<input type="checkbox"/> マルチプレクサ3	入力モード	差動			
<input type="checkbox"/> 温度センサ	入力モード	差動			
-電源設定-					
SBIAS出力電圧	0.5				(V)
-動作クロック設定-					
動作クロック	4(fDSAD/2)				(MHz)
-断線検知機能設定-					
<input checked="" type="radio"/> 使用しない			<input type="radio"/> 使用する		
- $\Delta\Sigma$ A/Dコンバータ動作モード設定-					
<input checked="" type="radio"/> 通常動作			<input type="radio"/> ロウ・パワーモード		
- $\Delta\Sigma$ A/Dコンバータ開始トリガ設定-					
<input checked="" type="radio"/> ソフトウェアトリガ			<input type="radio"/> ハードウェアトリガ		
-オートスキャンモード設定-					
<input type="radio"/> 連続スキャン			<input checked="" type="radio"/> シングルスキャン		
-割り込み設定-					
<input checked="" type="checkbox"/> $\Delta\Sigma$ A/Dの変換割り込み許可(INTDSAD)					
優先順位	レベル1				
<input checked="" type="checkbox"/> $\Delta\Sigma$ A/Dのスキャン割り込み許可(INTSADS)					
優先順位	レベル2				

図 20 コード生成ツール $\Delta\Sigma$ ADC設定1

マルチプレクサ0

共通設定 **マルチプレクサ0** マルチプレクサ1 マルチプレクサ2 マルチプレクサ3 温度センサ

-PGA設定

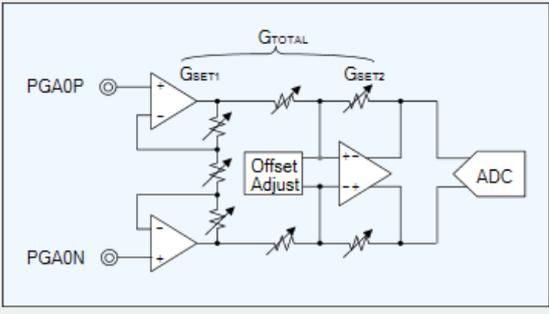
-ゲイン設定

GSET1 (倍)

GSET2 (倍)

-オフセット調整電圧設定

(mV)



- $\Delta\Sigma$ A/Dコンバータ設定

オーバーサンプリング比 データ・レート (sps)

A/D変換回数

(Count)

平均化処理

平均化データ数

マルチプレクサ1

共通設定 マルチプレクサ0 **マルチプレクサ1** マルチプレクサ2 マルチプレクサ3 温度センサ

-PGA設定

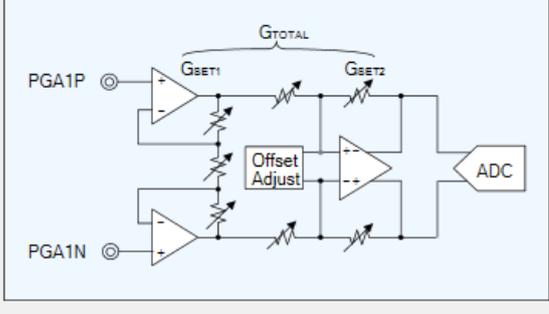
-ゲイン設定

GSET1 (倍)

GSET2 (倍)

-オフセット調整電圧設定

(mV)



- $\Delta\Sigma$ A/Dコンバータ設定

オーバーサンプリング比 データ・レート (sps)

A/D変換回数

(Count)

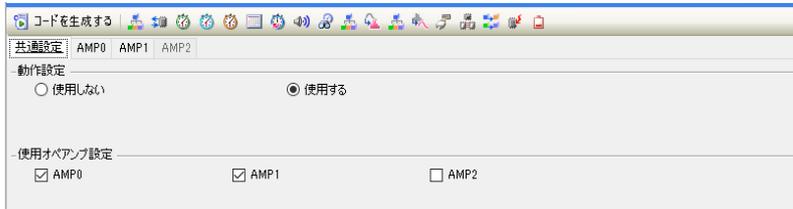
平均化処理

平均化データ数

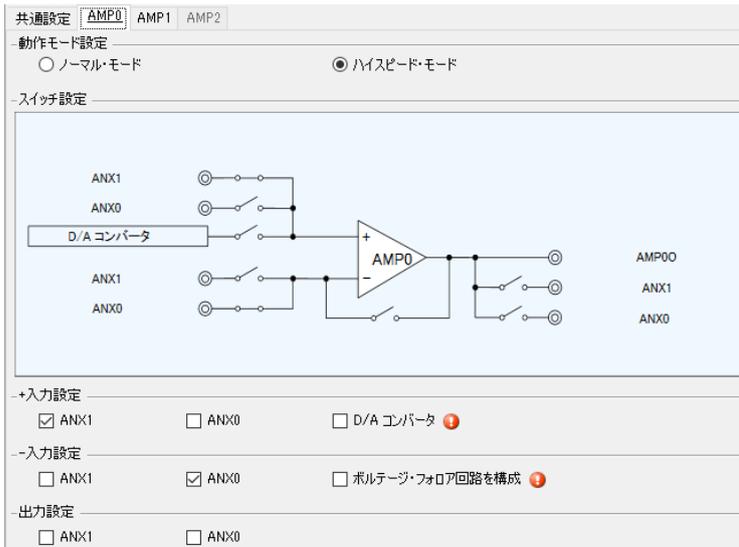
図 21 コード生成ツール $\Delta\Sigma$ ADC設定2

(5) コンフィギュアラブルアンプ設定

AMPOと1のみの使用です。AMP2は使用していません。



AMPO



AMP1

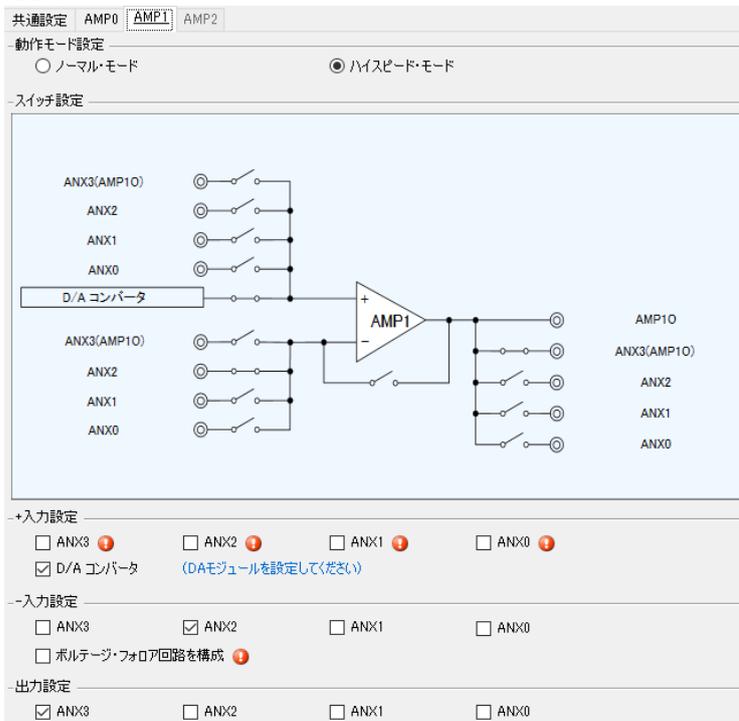


図 22 コード生成ツール コンフィギュアラブルアンプ設定

(6) DAコンバータ設定

動作設定	
<input type="radio"/> 使用しない	<input checked="" type="radio"/> 使用する
トリガモード設定	
<input checked="" type="radio"/> ソフトウェアトリガ	<input type="radio"/> ハードウェアトリガ
分解能設定	
<input checked="" type="radio"/> 12ビット	<input type="radio"/> 8ビット
基準電圧源設定	
<input checked="" type="radio"/> AVDD	<input type="radio"/> D/Aコンバータ用内部基準電圧(VREFDA)(1.45V)
変換値設定	
変換値	<input type="text" value="2048"/> <input type="text" value="2.5"/> (V)

図 23 コード生成ツール DAコンバータ設定

※ソースコードでは変換値2048を使用せず、r_cg_main.c 64行目で定義しているv_dacを代入しています。

UART1設定2

シリアル・アレイ・ユニット0

チャンネル UART0 **UART1** CSI00 CSI01 IIC00 IIC01

受信 **送信**

-転送モード設定-

シングル転送モード 連続転送モード

-データ・ビット長設定-

7ビット 8ビット

-データ転送方向設定-

LSB MSB

-パリティ設定-

パリティなし 0/パリティ 奇数/パリティ 偶数/パリティ

-ストップ・ビット長設定-

1ビット 2ビット

-受信データ・レベル設定-

標準 反転

-転送レート設定-

ボー・レート (bps) (誤差: +0.00%)

-割り込み設定-

送信完了割り込み設定(INTST1)

-コールバック機能設定-

送信完了

CSI00設定

シリアル・アレイ・ユニット0

チャンネル UART0 UART1 **CSI00** CSI01 IIC00 IIC01

-転送モード設定-

シングル転送モード 連続転送モード

-データ長設定-

7ビット 8ビット

-データ転送方向設定-

LSB MSB

-SSI00端子使用設定-

使用しない 使用する ⚠

-データ送受信タイミング設定-

(下図はデータ転送方向がMSBの場合)

タイプ1 タイプ2

タイプ3 タイプ4

-転送レート設定-

クロック・モード

ボー・レート (bps) (実際の値: 500000)

-割り込み設定-

通信完了割り込み優先順位(INTCSI00)

-コールバック機能設定-

送信完了 受信完了 オーバーラン・エラー

図 25 コード生成ツール シリアルアレイユニット設定2

(8) 割り込み設定

INTP0 設定	<input checked="" type="checkbox"/> INTP0	有効エッジ	立下りエッジ	優先順位	レベル3(低優先順位)
INTP1 設定	<input type="checkbox"/> INTP1	有効エッジ	立下りエッジ	優先順位	レベル3(低優先順位)
INTP2 設定	<input type="checkbox"/> INTP2	有効エッジ	立下りエッジ	優先順位	レベル3(低優先順位)
INTP3 設定	<input type="checkbox"/> INTP3	有効エッジ	立下りエッジ	優先順位	レベル3(低優先順位)
INTP4 設定	<input type="checkbox"/> INTP4	有効エッジ	立下りエッジ	優先順位	レベル3(低優先順位)
INTP5 設定	<input type="checkbox"/> INTP5	有効エッジ	立下りエッジ	優先順位	レベル3(低優先順位)
INTP6 設定	<input type="checkbox"/> INTP6	有効エッジ	立下りエッジ	優先順位	レベル3(低優先順位)
INTP7 設定	<input checked="" type="checkbox"/> INTP7	有効エッジ	立下りエッジ	優先順位	レベル3(低優先順位)

図 26 コード生成ツール 割り込み設定

7.4 動作について

7.4.1 動作環境

以下にシステム全体の動作するイメージ図を示します。

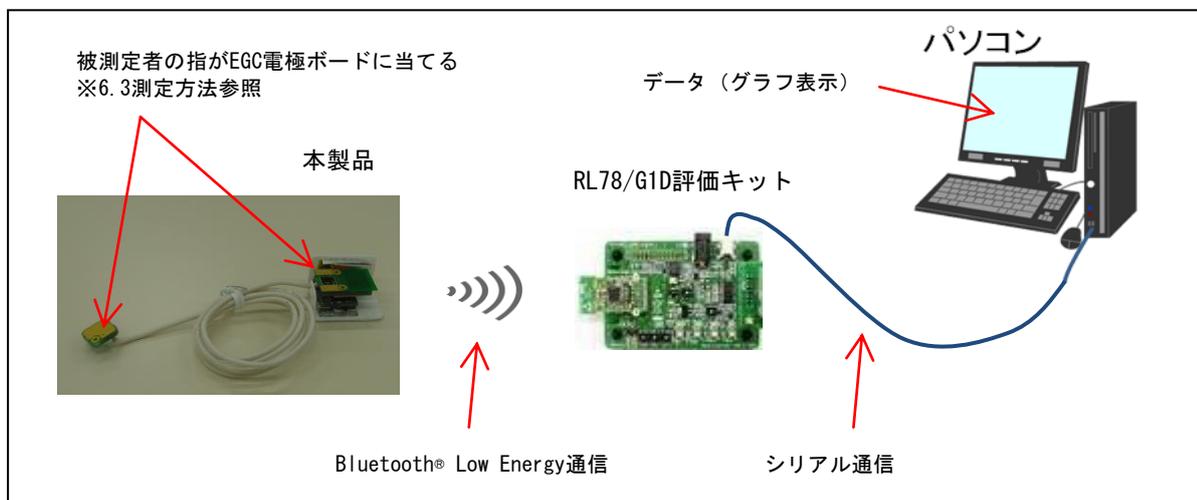


図 27 動作環境

7.4.2 通信ボーレート設定、パケットフォーマット

以下にボード内部で使われているRL78/I1E - RY7011間と、対向のRL78/G1D 評価キット(RTK0EN0001D01001BZ)で使用するRL78/G1Dから出力されるシリアル通信のボーレートと設定と、パケットフォーマットについて以下に示します。

RY7011では、RL78/I1Eから受信した以下のパケットフォーマットを、Bluetooth® Low Energy通信で対向側へと送信をしています。対向側のRL78/G1Dから出力されるパケットフォーマットもRY7011に対する入力と同一になります。

パケットには、心電と脈波のデータと、加速度のデータが含まれます。心電と脈波は、1パケット内に2セットのデータ、加速度はX/Y/Zで1セットのデータになります。つまり、心電と脈波のサンプリングスピードの半分までしか加速度センサの値を送信することはできません。

本パケットは、main関数内のL114~L115でbtxd1というUART送信バッファに使用する配列になります。

パソコンからASCIIで' B'を送信すると、以下のパケットを受信します。' E'を送信すると停止します。

表 11 通信設定

通信部	通信種別	ボーレート [bps]	その他
RL78/I1E-RY7011	UART	250,000	8bit/LSB First/パリティ無し
対向RL78/G1Dからの出力	UART	3,000,000	8bit/LSB First/パリティ無し

表 12 パケットフォーマット

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
STX	Length	Serial Number	LED mode	LED DAC(L)	LED DAC(H)	Sampling Time (ms)	PPG (L)	PPG(M)	PPG(H)
0xFF	20	UInt8	0: Battery 1: 4.8V	UInt16		UInt8	Int24		
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ECG(L)	ECG(M)	ECG(H)	Acc. Meter X(L)	Acc. Meter X(H)	Acc. Meter Y(L)	Acc. Meter Y(H)	Acc. Meter Z(L)	Acc. Meter Z(H)	Check SUM
Int24			Int16		Int16		Int16		uint8_t

※1~19バイトを単純加算した下位8bitをCheck SUMとしています。

7.4.3 RY7011 と対向の RL78/G1D の動作について

サンプルとして付属するBluetooth® Low Energy通信のソフトウェアに関して、センサボードのRY7011と対向のRL78/G1D間の動作について以下に示します。

BD addressは下記に固定されていて、RY7011側は電源投入と同時に自動的にAdvertiseを開始し、RL78/G1D 側は、電源投入と同時にRY7011側のアドレスを探し、connectするシーケンスが走ります。何らかの要因によってBluetooth® Low Energy通信が未接続になった際には、RY7011側は自動的に再度advertise開始、RL78/G1D側は再度connectを行います。

RY7011(センサボード)側 {0x01, 0x00, 0x10, 0x50, 0x90, 0x74}

RL78/G1D(対向ボード)側 {0x02, 0x00, 0x10, 0x50, 0x90, 0x74}

【注】アドレスはLittle endian での記述です。

8. 操作説明

8.1 電源投入方法

バッテリーを十分に充電したのち、電源スイッチがOFFしていることを確認してセンサボードと電源ボードを接続します。センサボードと電源ボードを接続してから電源スイッチをONしてください。またBluetooth® Low Energyでの通信を行う場合には、対向のBluetooth® Low Energyデバイスをご用意ください。RY7011サンプルF/Wでは、電源投入と同時にBluetooth® Low EnergyデバイスがAdvertiseを開始します。対向デバイスと接続を行ってください。

8.2 USB 充電方法

センサボードを電源ボードから切り離し、電源ボードにMicroUSBコネクタを挿して、電源のスライドスイッチをONしてください。正常に充電が開始されれば、赤色LEDが点灯します。充電制御ICがリチウムポリマーバッテリーの充電管理を行い、バッテリー電圧4.2Vで自動的に充電が止まり、赤色LEDが消灯します。電源のスライドスイッチをONせずに、USBを接続すると、バッテリーが未接続のエラーとなり、赤色LEDが点滅します。点滅状態では充電ができておりませんので、ご注意ください。

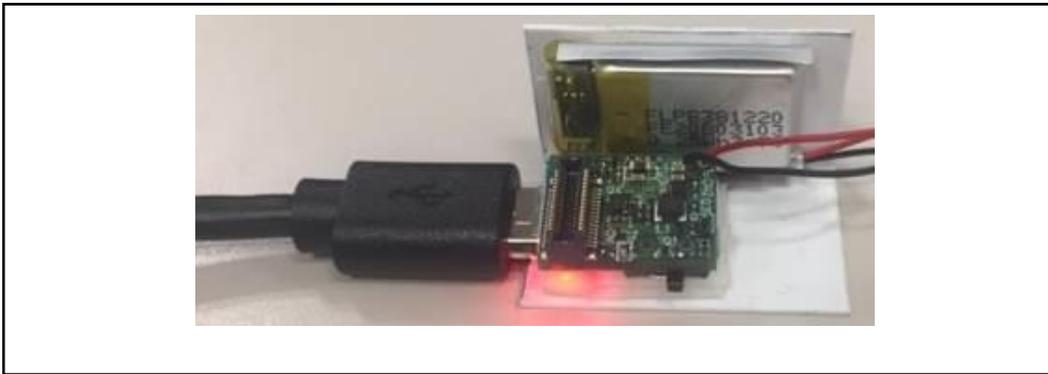


図 28 MicroUSB コネクタとの接続

8.3 測定方法

電源ONした後は、下記に示すように両指で保持して測定を行います。心電の測定には、両指での測定が必要です。右指の本体側の指の置き方によって、6.5に示す脈波グラフが変化します。指の置き方を適時調整してください。

【注】 リチウム電池に触れると心電測定の電位が安定しません。電極に触れた手で電池を同時に触らないようにしてください。

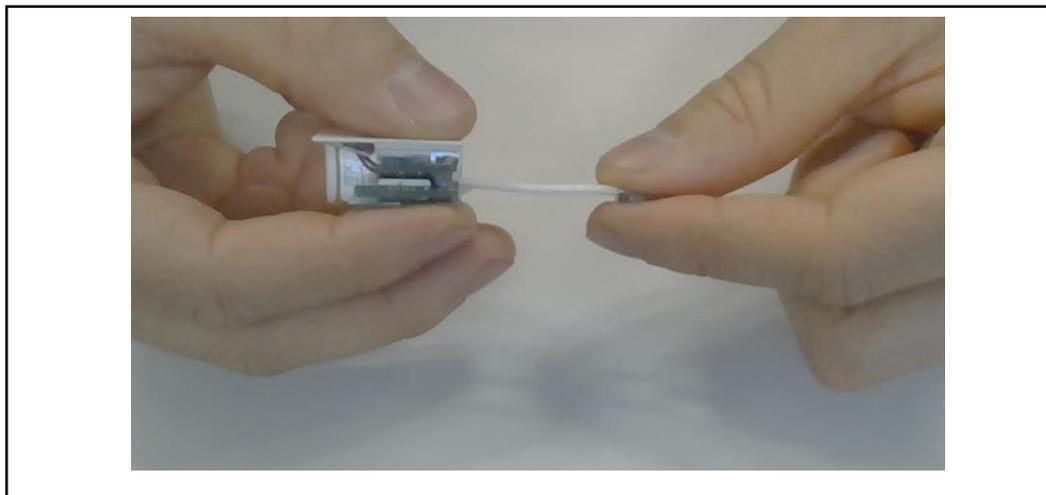


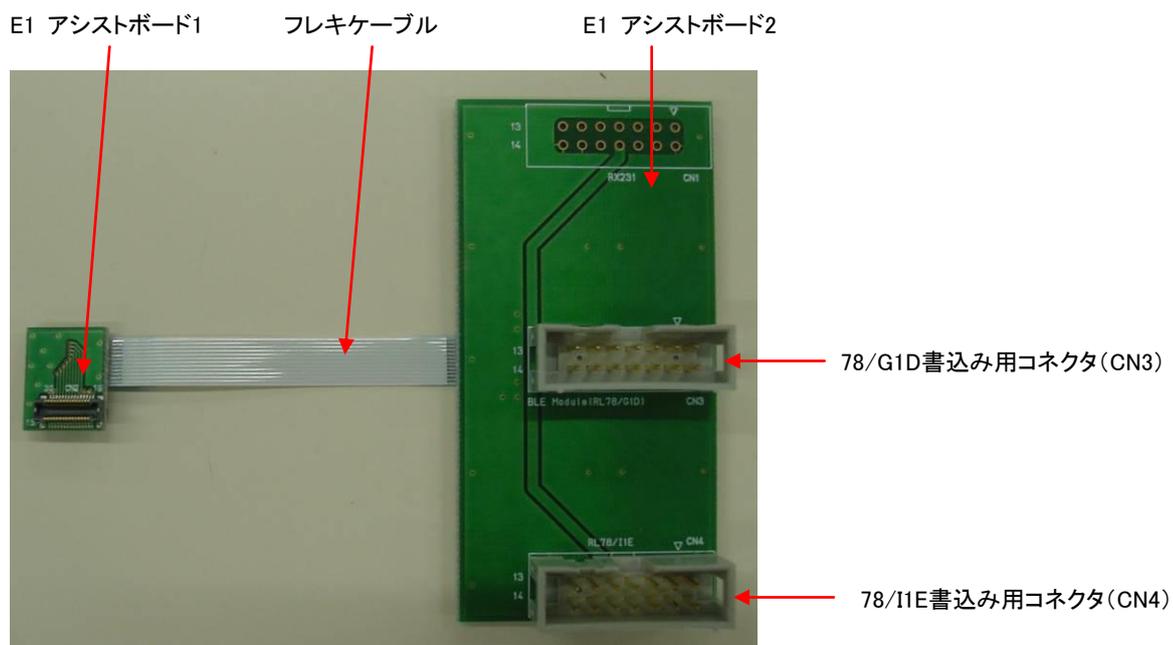
図 29 測定方法

8.4 E1 エミュレータとの接続

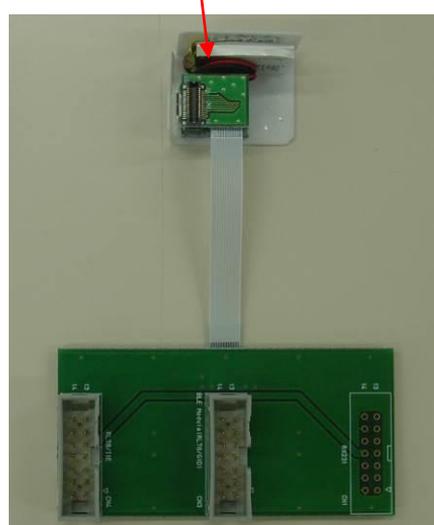
下記手順のように、E1アシストボード1がセンサボード、電源ボードの間に接続してください。

- (1) E1アシストボード1とE1アシストボード2をフレキケーブルで接続する。
- (2) E1アシストボード1を電源ボードに実装する。
- (3) センサボードをE1アシストボード1に実装する。

手順(1)



手順(2)



手順(3)

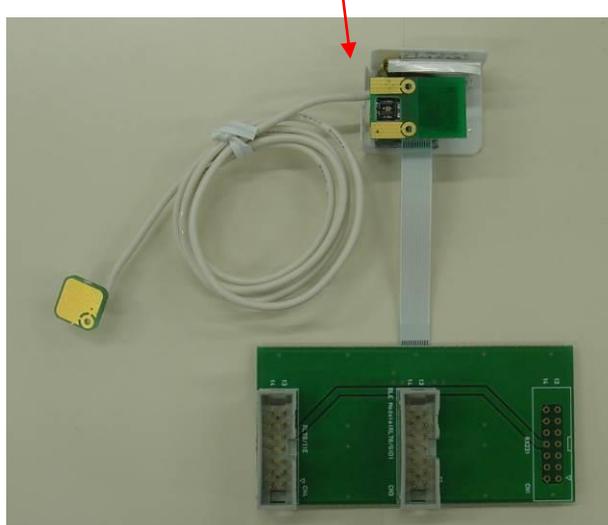


図 30 電源ボード、センサボードの接続

8.5 サンプルグラフ表示ソフトウェアの使用方法

本ソフトウェアは、RL78/G1D 評価キット RTK0EN0001D01001BZ など、RL78/G1DとUART/USB変換デバイスを使用した、Bluetooth® Low Energy対向ボードを使用した際に、ご使用になれるソフトウェアです。

【注】本ソフトウェアは、processing 3.3.6によって生成したソフトウェアになります。初回実行時は、インターネットに接続できる環境で実行を行ってください。Java Runtimeなど必要なソフトウェアのダウンロードが自動的に指示されます。

【注】64bit Windowsには64bit版のJava Runtimeをインストールしてます。

データ表示ツールEPEVK.exe と同じフォルダにあります config.txt をパソコンに接続した対向ボードのCOMポート番号に変更の上、ご利用ください。USBにBLE受信機を接続した状態で確認し設定をお願いします。

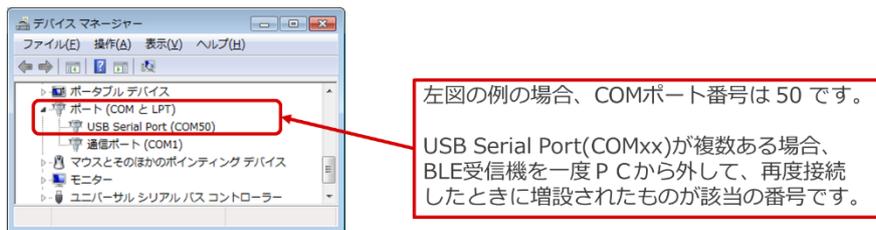


図 31 USB接続したBLE受信機のCOMポート確認

config.txt 内:windows プログラムのメモ帳などで編集できます(テキストファイルです)

graph_width=800 … ウィンドウ画面幅を指定できます。800以上でお使いください。

graph_height=200 … ウィンドウ画面高を指定できます。200以上でお使いください。

moving_average=10 … サンプリング値の移動平均初期値を指定できます。

sign_sensor1=-1 … PPGセンサの符号(1:正転, -1:反転)

sign_sensor2=1 … ECGセンサの符号(1:正転, -1:反転)

com_port=COM50 … COMポート番号を指定してください(変更必須)

baudrate=3000000 … COMポートのボーレートを指定します

設定を行った後EPEVK.exeを立ち上げると、下記のようなグラフ画面が表示されます。

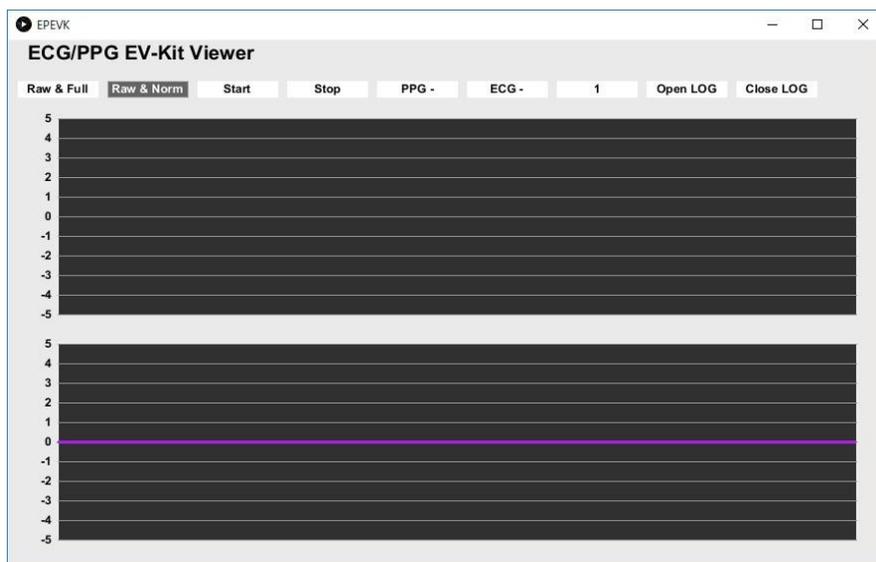


図 32 EPEVK.exe起動後の画面

ECG/PPG EVK の電源を投入しEPEVK.exeのウィンドウ上にある[Start]ボタンを押すと、Bluetooth® Low Energy通信が確立後、グラフ描画が始まります。

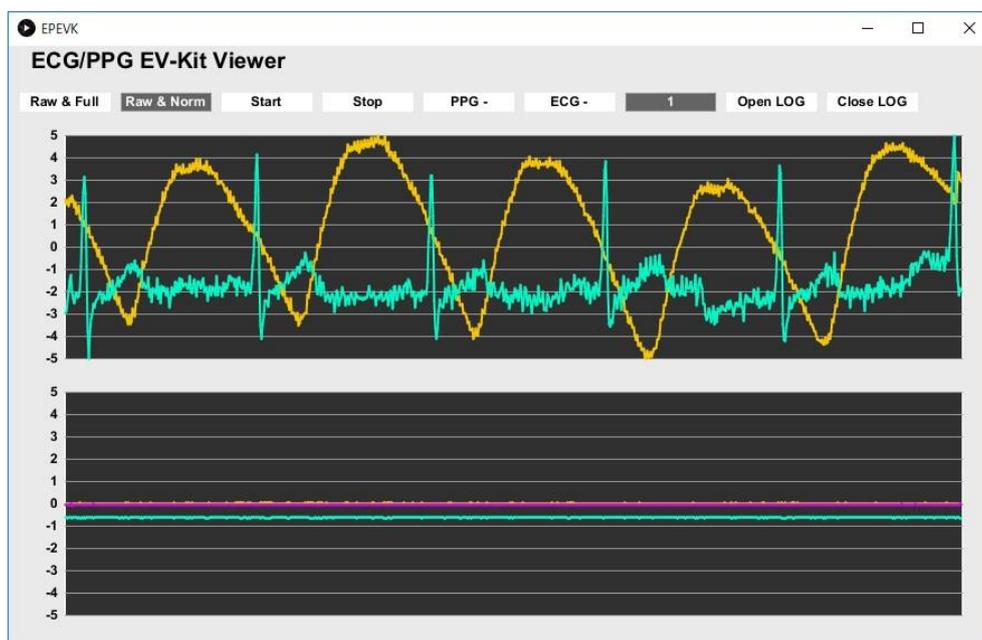


図 33 EPEVK.exeにて測定データ表示中の画面

グラフ上段に PPG(黄色), ECG(水色) を表示、グラフ下段に加速度センサ3軸データが表示されます。ここで、ボタンの意味は以下のとおりです。

- [Raw&Full] : PPG/ECG の縦軸を24bit フルスケールで描画します。
- [Raw&Norm] : PPG/ECG の縦軸を各センサ毎に正規化して描画します。
- [Start] : 測定開始します。
- [Stop] : 測定停止します。
- [PPG + or -] : PPG の描画縦軸の符号を正転(+)もしくは反転(-)します。
- [ECG + or -] : ECG の描画縦軸の符号を正転(+)もしくは反転(-)します。
- [1] : 予約
- [Open LOG] : ログファイル名を新規決定し保存開始します(起動時より保存開始)。
- [Close LOG] : ログファイル保存を停止します。

また、グラフ表示と同時に受信したデータはEPEVK.exeと同じフォルダにカンマ刻みの CSV ファイル形式でログファイルとして生成されます。ログファイル名は、ファイル生成の日時をパソコン内蔵時計基準にて決定し生成します。ログファイルの中身はリリース版により変わります。ログファイル先頭行にデータ配列を記載しておりますので、参照してください。

9. 保証

9.1 保証規定

お客様購入時、万が一正常に動作しない場合(初期不良)に限り、無償で新品と交換いたします。

初期不良が疑われる場合は、①お客様名 ②製品名 ③初期不良を疑う症状 ④購入年月を、弊社販売員または特約店までお知らせの上現品をお送りください

9.2 製品保証

- 保証範囲は本マニュアルに記載されている EV-200-USB-3 本体とさせていただきます。
- 本製品の保証は国内での使用に限定します。

