

## RA2L2 グループ

### EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング

#### (RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインのマイグレーション例)

##### 要旨

本アプリケーションノートでは、RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインのサンプルコードをベースに EK-RA2L2 を用いた環境センサのモニタリング動作について説明します。

本システムは、環境センサのモニタリングアプリケーションを想定し、PC との USB 通信、USB-C 接続判定として USB Type-C CC 検出、環境センサ（光センサ、温湿度センサ）のモニタリング動作、Pmod OLED への表示機能をサポートしています。

##### 本システムでの RA2L2 の主な役割

- USB Type-C CC 検出による接続状態判定
- RTC を用いた環境センサ（光センサ、温湿度センサ）計測の間欠動作
- センシングデータのデータフラッシュ保存制御
- USB 2.0 フルスピードを用いた CDC 通信による PC へのデータフラッシュ保存データの送信
- I3C、SPI を用いたセンサおよび OLED デバイスの通信
- OLED への USB ステータス表示、日時表示、センシングデータのリアルタイム表示
- RTC およびスイッチ（GPIO キー）を用いた日時設定

##### 動作確認およびデバイスハードウェア

項目	製品
評価キット	<a href="#">Renesas EK-RA2L2</a> 搭載 MCU : <a href="#">Renesas RA2L2 (R7FA2L2094CFM)</a>
温湿度センサ Pmod ボード	<a href="#">Renesas QCIOT-HS4001POCZ</a> 搭載センサ : <a href="#">Renesas HS4001</a> <small>(注)</small>
光センサ Pmod ボード	<a href="#">Renesas QCIOT-ISL76682POCZ</a> 搭載センサ : <a href="#">Renesas ISL76682</a>
Pmod OLED	<a href="#">Digilent Pmod OLED (410-222)</a> 搭載コントローラ : SSD1306

#### 使用ソフトウェア

- 統合開発環境 : e<sup>2</sup> studio 2025-12
- C コンパイラ : GCC Arm Embedded 13.2.1.arm-13-7
- FSP (Flexible Software Package) : v6.3.0

#### 関連ドキュメント

- RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザイン ユーザーズマニュアル : R12UZ0203
- RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザイン アプリケーションノート : R01AN7984
- RA2L2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 : R01UH1080
- RA2L2 MCU グループ用評価キット EK-RA2L2 v1 ユーザーズマニュアル : R20UT5472
- QE for USB 使用ガイド : R20AN0143

#### 関連リンク

- [EK-RA2L2 製品 Web ページ](#)
- [RA2L2 製品 Web ページ](#)
- [RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザイン Web ページ](#)
- [QE for USB 紹介 Web ページ](#)

注 HS4001 は廃止品となりました。代替製品は、MEMS Vision#MVH4001D です。

[PLC# : 250010 End-of-Life \(EOL\) process on select part numbers](#)

## 目次

1.	システム概要および RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインとの機能比較	6
1.1	概要	6
1.2	特長	6
1.3	システム構成	7
1.4	システム動作概要	8
1.5	システムブロック図	9
1.6	ハードウェア仕様概要	10
1.7	MCU 端子割り当て/端子設定一覧	11
1.8	参考 : RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインの概要と比較	13
1.8.1	RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザイン	13
1.8.2	機能比較	13
1.8.3	システム構成比較	15
2.	USB Type-C 検出動作仕様	16
2.1	USB Type-C CC 検出規格仕様	16
2.2	RA2L2 を用いた USB Type-C CC 検出仕様	16
2.3	EK-RA2L2 USB Type-C ハードウェア仕様	19
2.4	USB Type-C CC 検出動作	20
3.	ハードウェア	21
3.1	評価キット EK-RA2L2	21
3.2	温湿度センサ Pmod ボード	21
3.3	光センサ Pmod ボード	22
3.4	Pmod OLED	22
4.	ソフトウェア動作仕様 (デモ動作仕様)	24
4.1	メイン処理フローチャート	24
4.2	デモ動作概要と状態遷移	25
4.3	ソフトウェア構成	26
4.4	フォルダ構成	27
4.5	システム管理	28
4.5.1	処理構成	28
4.5.2	状態遷移	30
4.5.3	低消費電力動作	31
4.5.4	リセット発生要因の判定	32
4.6	キー入力	33
4.6.1	処理構成	33
4.6.2	長押し判定処理	34
4.7	日時管理	34
4.7.1	処理構成	34
4.7.2	日時設定	36
4.8	OLED 表示	37
4.8.1	処理構成	37
4.8.2	状態遷移	38

# RA2L2 グループ EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング (RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインのマイグレーション例)

4.8.3	OLED 描画エリアと表示文字列	39
4.8.4	フォントデータ	42
4.8.5	表示アイコン	43
4.8.6	OLED 描画フロー	44
4.9	温湿度センサ管理	46
4.9.1	処理構成	46
4.10	光センサ管理	47
4.10.1	処理構成	48
4.11	データ管理	49
4.11.1	処理構成	49
4.11.2	保存データレコードフォーマット	50
4.11.3	データフラッシュメモリ構成	50
4.11.4	レコード管理	51
4.11.5	読み出し管理	52
4.12	USB 管理	53
4.12.1	処理構成	53
4.12.2	接続状態管理	54
4.13	PC アプリとの通信	55
4.13.1	処理構成	55
4.13.2	CDC 通信	56
4.13.3	周期送信	57
4.13.4	全データ送信	58
4.13.5	受信コマンドフォーマット	58
4.13.6	送信データフォーマット	59
4.14	VBUS モニタ	60
4.14.1	処理構成	60
4.14.2	VBUS モニタ動作	61
4.14.3	VBUS 電圧、電流計算	61
4.15	USB ベンダーID 及びプロダクトID の設定	62
4.16	ROM、RAM 使用量	62
5.	サンプルコード立ち上げ手順	63
5.1	e <sup>2</sup> studio と FSP 最新版のダウンロード及びインストール	63
5.2	サンプルコードのダウンロード	63
5.3	e <sup>2</sup> studio の起動～サンプルコードのプロジェクトファイルをインポート	64
5.4	FSP ピンコンフィグレーションのコード生成	65
5.5	ビルド実行	65
6.	PC デモアプリからのセンサデータモニタリング	68
6.1	PC デモアプリ起動	68
6.2	センサデータのリアルタイム表示	70
6.3	センサデータのダウンロード表示	71
6.4	PC デモアプリの終了	72
7.	QE for USB を使用した USB VBUS 電圧電流の確認手順	73
7.1	QE for USB 最新版のインストール	73

RA2L2 グループ EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング (RA2L2 MCU USB Type-C  
リファレンスデザインのマイグレーション例)

---

7.2 USB VBUS モニタビューでの USB VBUS 電圧電流の確認手順 .....	73
改訂記録 .....	75

## 1. システム概要および RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインとの機能比較

EK-RA2L2 向け RA2L2 MCU USB Type-C (以降、本システム) は、RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインのサンプルコードをベースに EK-RA2L2 に接続可能な Pmod ボード温湿度センサおよび光センサ、Pmod OLED を使用した環境センサモニタリングを行います。

本章では、本システムの概要説明と本システムのベースとなる RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインの概要説明および機能比較を説明します。

### 1.1 概要

本システムでは、評価キット EK-RA2L2 に搭載されている 48MHz Arm Cortex-M23 エントリーレベル USB 汎用マイクロコントローラ RA2L2 を使用しています。

本システムでは、RA2L2 の機能である USB Type-C インタフェースにより、USB-C のプラグの逆差し検知、USB Type-C CC 検出を行っています。また USB 2.0 フルスピード (以降、USB FS) 機能により、PC との USB 通信で光センサ、デジタル温湿度センサのデータ送信を行います。EK-RA2L2 には Pmod コネクタを実装しており、光センサ、デジタル温湿度センサ、OLED の各 Pmod モジュールとシリアル通信によりデータ送受信を行います。OLED 画面にはセンサデータ、USB-C の状態、USB 通信の状態が表示されません。

### 1.2 特長

- RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインのサンプルコードを活用し、本システム仕様に合わせたデモンストレーション動作を EK-RA2L2 で実現
- RA2L2 の主な特長を活かした 2 種類のユースケースデモをサポート
  - 2 種類のユースケースデモ：充電器と接続、PC と接続
  - USB Type-C CC 検出、USB FS
- 2 種類の環境センサのセンシングデモをサポート
  - 環境センサ (光センサ、温湿度センサ) のセンシング
  - モニタリング機能：PC デモアプリでのモニタリング、Pmod OLED へのリアルタイム表示

### 1.3 システム構成

本システムでは、EK-RA2L2、光センサ、温湿度センサおよび Pmod OLED を使用します。システム構成を図 1-1 に示します。

光センサおよび温湿度センサは I3C、Pmod OLED は SPI で MCU(RA2L2)と通信します。

なお、USB 2.0 Type-C 機能を使用するため、EK-RA2L2 の J40 および J41 の 5-6 ピンを短絡してください。詳細は 2.5 節 USB Type-C CC 検出動作をご参照ください。

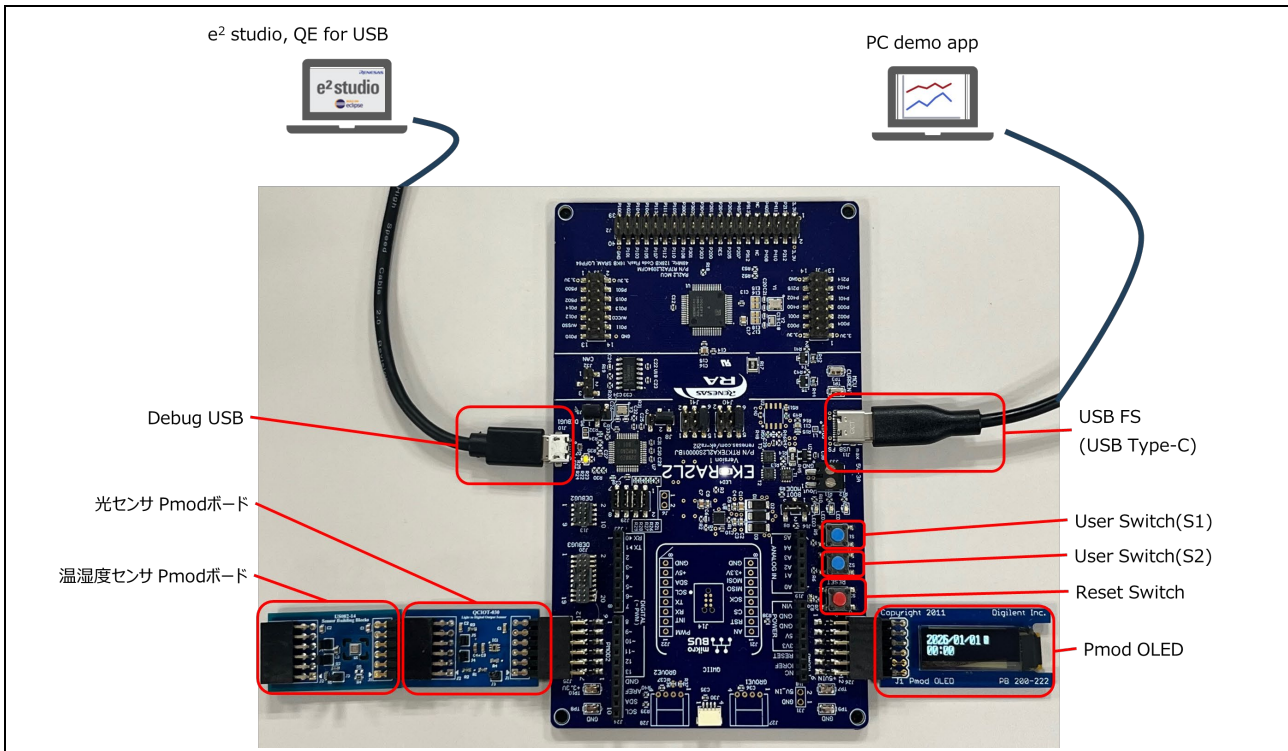


図 1-1 システム構成

#### 1.4 システム動作概要

1. 電源<sup>(注1)</sup>が供給されると、システムの初期化を開始します。
2. 初期化後、OLED 画面にデモタイトルを 3 秒間表示します。
3. 日時設定モードに遷移します。このモードでは下記の通り動作します。
  - OLED 画面には設定用の日時が表示されます。
  - ユーザスイッチ S1,S2 を押下して、日時を設定します。
4. 日時設定後、センシングデモモードに遷移します。このモードでは下記の通り動作します。
  - 1 秒毎に温湿度センサから温湿度データを、光センサから照度データを取得します。
  - OLED 画面には、取得した日時、温湿度、照度データを表示します。
  - 取得した日時、温湿度、照度<sup>(注2)</sup>データは 5 秒毎にデータフラッシュに保管されます。
  - OLED 画面の表示（センシング表示、USB 接続状態表示）は、ユーザスイッチ S1 を押下して切り替えることができます。
  - USB FS (USB Type-C) の接続/切断を検出して、OLED 画面に接続通知を 3 秒間表示します。

#### <追加機能>

- USB FS に PC 接続し、PC デモアプリを起動時：  
PC デモアプリに、データフラッシュに保管された日時、温湿度、照度<sup>(注2)</sup>のデータを送信して、グラフ表示することができます。
- e<sup>2</sup> studio および QE for USB を起動時：  
QE for USB の USB VBUS 機能を使用して、VBUS モニタの電圧値および電流値を e<sup>2</sup> studio にグラフ表示することができます。

注 1：電源は Debug USB から供給してください。

注 2：照度データは 5 秒間のうちの最大値、最小値、平均値をデータフラッシュに保管します。

### 1.5 システムブロック図

本デモボードのシステムブロック図を図 1-2 に示します。また、EK-RA2L2 と各 Pmod ボードとの接続構成を図 1-3 に示します。

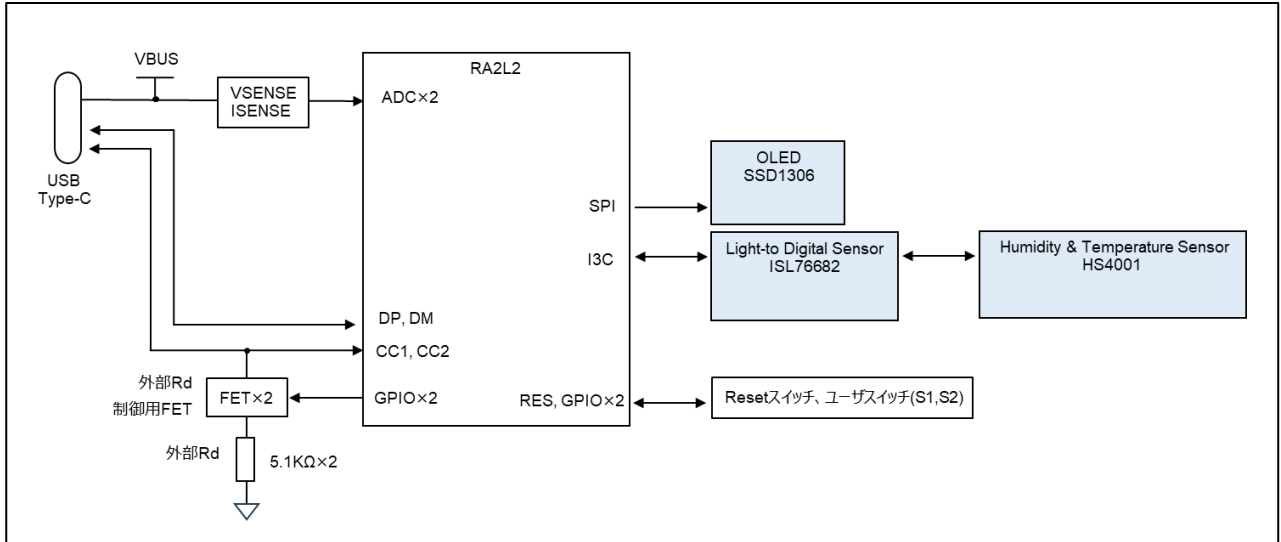


図 1-2 システムブロック図

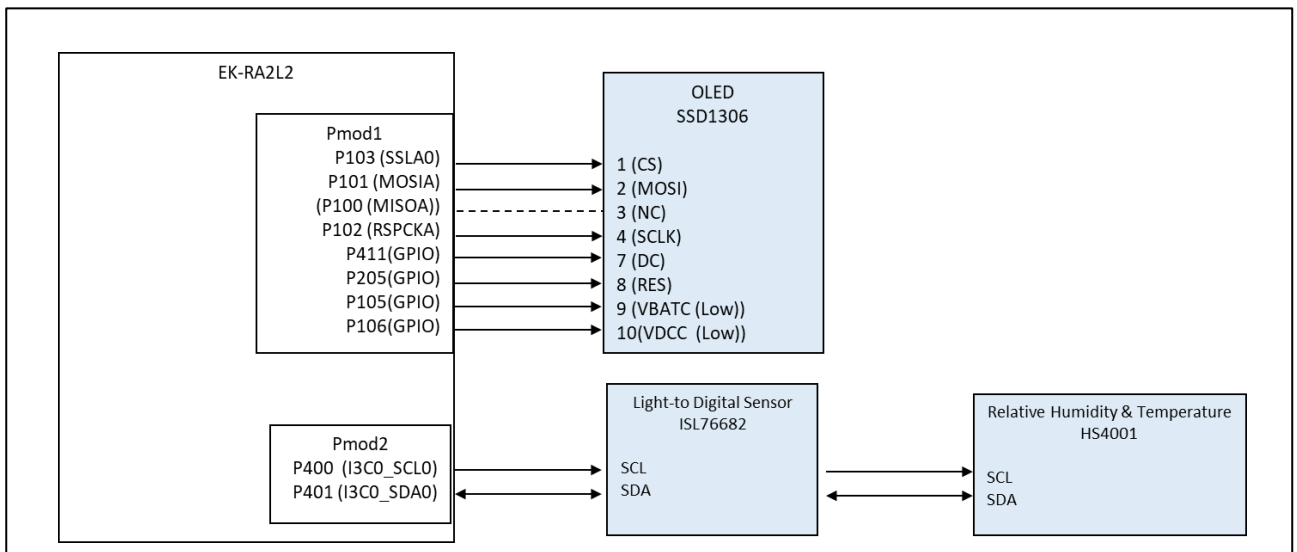


図 1-3 EK-RA2L2 と各 Pmod ボードとの接続構成

## 1.6 ハードウェア仕様概要

本システムのハードウェア仕様概要を表 1-1 に示します。

表 1-1 ハードウェア仕様概要

項目	仕様
ボード型名	RTK7EKA2L2S00001BJ
MCU	RA2L2: R7FA2L2094CFM (コードフラッシュメモリ:128KB, RAM:16KB, データフラッシュメモリ:4KB, PKG:64pin LQFP)
クロック	高速オンチップオシレータ (48MHz 動作) : システムクロック、各周辺モジュールクロック 32.768kHz 水晶発振子 : RTC クロック
スイッチ	ユーザスイッチ(S1,S2), Reset スイッチ
センサ	温湿度センサ Pmod ボード (Renesas: QCIOT-HS4001POCZ) ×1 (注) 光センサ Pmod ボード (Renesas: QCIOT-ISL76682POCZ) ×1
ディスプレイ	128×32 pixel graphic OLED display (Digilent: Pmod OLED (410-222))

注: HS4001 は廃止品となりました。代替製品は、MEMS Vision#MVH4001D です。

## 1.7 MCU 端子割り当て/端子設定一覧

本システムにおける MCU の端子割り当て及び端子設定一覧を表 1-2 に示します。

表 1-2 MCU 端子割り当て及び端子設定

端子番号	端子名	信号	端子設定モード	内蔵プルアップ プルダウン設定	アクティブ	機能
1	P400	I3C0_SCL0	Peripheral mode	None	-	PMOD2_SCL
2	P401	I3C0_SDA0	Peripheral mode	None	-	PMOD2_SDA
3	P402	-	Disabled	-	-	-
4	P403	GPIO	Input mode	None	-	PMOD2_RESET
5	VCL	-	-	-	-	コンデンサ 4.7uF
6	P215	-	Disabled	-	-	-
7	P214	-	Disabled	-	-	-
8	VSS	-	-	-	-	VSS
9	P213	-	Disabled	-	-	-
10	P212	-	Disabled	-	-	-
11	VCC	-	-	-	-	VCC
12	P411	GPIO	Output mode (Initial Low)	None	-	OLED_DC
13	P410	-	Disabled	-	-	-
14	P409	-	Disabled	-	-	-
15	P408	-	Disabled	-	-	-
16	USB_D M	USB_DM	-	-	-	USB 通信
17	USB_D P	USB_DP	-	-	-	USB 通信
18	P913	USB_CC1	Analog mode	None	-	USB Type-C CC 検出 (CC1)
19	P912	USB_CC2	Analog mode	None	-	USB Type-C CC 検出 (CC2)
20	P407	USB_VBUS	Peripheral mode	None	-	VBUS 検出
21	P207	-	Disabled	-	-	-
22	P206	GPIO	Input mode	None	-	PMOD2_INT
23	P205	GPIO	Output mode (Initial Low)	None	-	OLED_RES
24	P204	-	Disabled	-	-	-
25	RES	-	-	-	-	Reset スイッチ
26	P201	-	Disabled	-	-	-
27	P200	-	Disabled	-	-	-
28	P304	-	Disabled	-	-	-
29	P303	-	Disabled	-	-	-
30	P302	-	Disabled	-	-	-
31	P301	-	Disabled	-	-	-

RA2L2 グループ EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング (RA2L2 MCU USB Type-C  
リファレンスデザインのマイグレーション例)

32	P300	-	Disabled	-	-	-
33	P108	-	Disabled	-	-	-
34	P109	GPIO	Output mode (Initial Low)	None	Low	CC1 用外部 Rd 制御
35	P110	GPIO	Output mode (Initial Low)	None	Low	CC2 用外部 Rd 制御
36	P111	-	Disabled	-	-	-
37	P112	-	Disabled	-	-	-
38	P113	-	Disabled	-	-	-
39	VCC	-	-	-	-	VCC
40	VSS	-	-	-	-	VSS
41	P107	-	Disabled	-	-	-
42	P106	GPIO	Output mode (Initial Low)	None	-	OLED_VDCC
43	P105	GPIO	Output mode (Initial Low)	None	-	OLED_VBATC
44	P104	-	Disabled	-	-	-
45	P103	GPIO	Output mode (Initial Low)	None	-	OLED_CS
46	P102	SCI0_SCK0	Peripheral mode	None	-	OLED_SCLK
47	P101	SCI0_TXD0	Peripheral mode	None	-	OLED_MOSI
48	P100	SCI0_RXD0	Peripheral mode	None	-	OLED_NC
49	P500	-	Disabled	-	-	-
50	P501	-	Disabled	-	-	-
51	P502	-	Disabled	-	-	-
52	P015	GPIO	Input mode	None	Low	User Switch S2
53	P014	-	Disabled	-	-	-
54	P013	ADC0_AN008	Analog mode	None	-	VBUS モニタ ISENSE
55	P012	ADC0_AN007	Analog mode	None	-	VBUS モニタ VSENSE
56	AVCC0	-	-	-	-	VCC
57	AVSS0	-	-	-	-	VSS
58	P011	-	Disabled	-	-	-
59	P010	-	Disabled	-	-	-
60	P004	GPIO	Input mode	None	Low	User Switch S1
61	P003	-	Disabled	-	-	-
62	P002	-	Disabled	-	-	-
63	P001	-	Disabled	-	-	-
64	P000	-	Disabled	-	-	-

## 1.8 参考 : RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインの概要と比較

### 1.8.1 RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザイン

RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインは、USB データロガーや True Wireless Stereo (ワイヤレスイヤホン) 充電ケース、PC 周辺機器等の USB Type-C 搭載小型バッテリーアプリケーションを想定したソリューションです。本リファレンスデザインでは、USB Type-C CC 検出機能を内蔵した RA2L2 32 ビット MCU を使用しており、実アプリケーションを想定した形で USB Type-C の各検出動作を実現しています。

また、各デモンストレーション動作により、RA2L2 の主な特長である USB FS、豊富なシリアル通信制御、低消費電力動作を、USB Type-C CC 検出動作と合わせて簡単に試すことができます。

詳細は下記の RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザイン製品 Web ページをご参照ください。

[RTK7A2L2UCD00000BJ - RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザイン | Renesas ルネサス](#)

### 1.8.2 機能比較

本システムと RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインの機能比較を表 1-3 に示します。

表 1-3 機能比較

機能	RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザイン	本システム
USB Type-C CC 検出動作	可能	可能
ユースケース デモ	スタンドアロン (バッテリー動作) 充電器と接続 PC と接続	充電器と接続 PC と接続
デモモード	センシングデモモード (温湿度、モーション) マウスデモモード	センシングデモモード (温湿度、光)
低消費電力動作	スリープモード ソフトウェアスタンバイモード	スリープモード
日時設定操作	ジョイスティック操作	ユーザスイッチ操作
センサ	温湿度センサ モーションセンサ	温湿度センサ 光センサ
スイッチ	ジョイスティック (4 方向+センター入力), Power スイッチ, Mode スイッチ, LCD スイッチ, Reset スイッチ	ユーザスイッチ(S1,S2) Reset スイッチ

RA2L2 グループ EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング (RA2L2 MCU USB Type-C  
リファレンスデザインのマイグレーション例)

インターフェース	USB Type-C™ x1 Pmod™ インタフェース x1 デバッグインタフェース (E2Lite コネクタ) x1 拡張インタフェース x1	USB Type-C™ x1 Pmod™ インタフェース x2 (注)
----------	---	---

注: EK-RA2L2 が保有するインターフェースは EK-RA2L2 ユーザーズマニュアルを参照してください

# RA2L2 グループ EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング (RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインのマイグレーション例)

## 1.8.3 システム構成比較

RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインの Demonstration Board を図 1-4 に示します。EK-RA2L2 を使用したシステム構成を図 1-5 に示します。

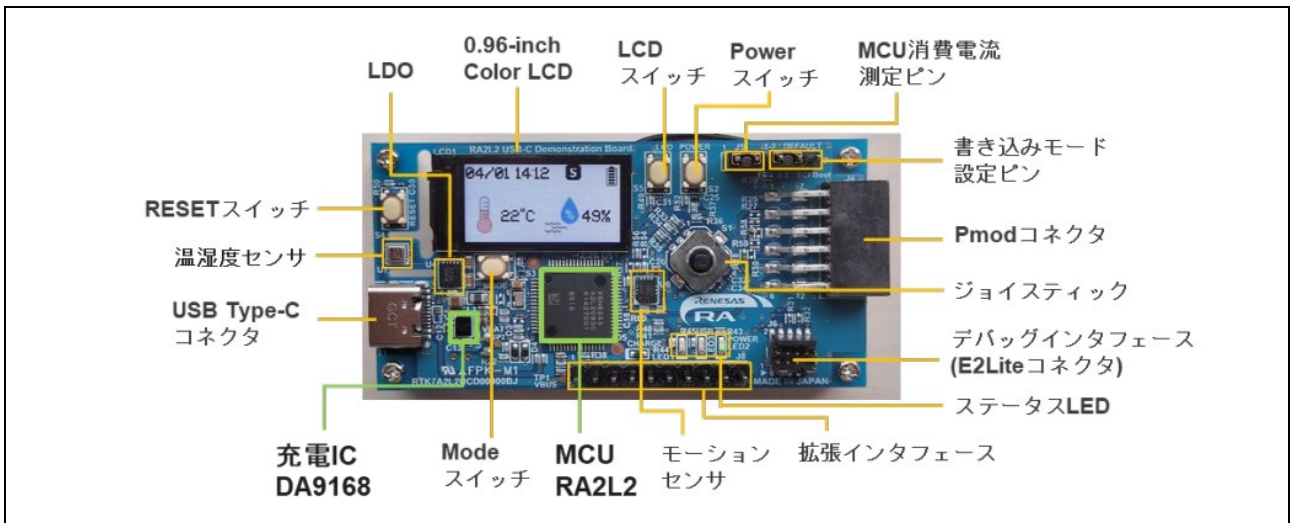


図 1-4 RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインの Demonstration Board

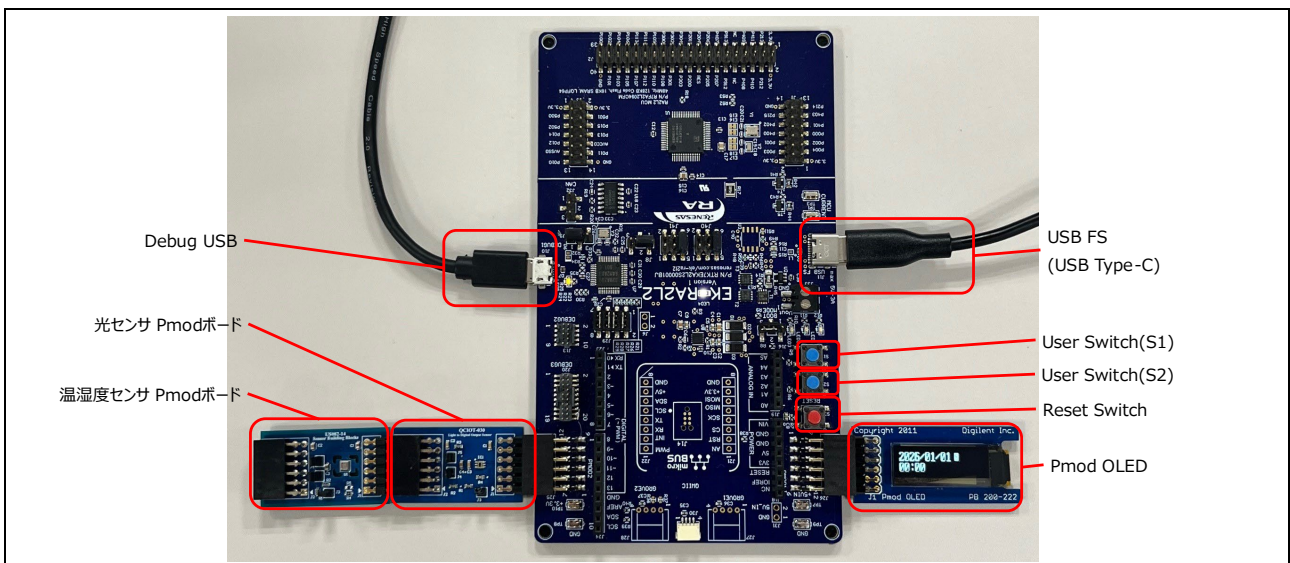


図 1-5 EK-RA2L2 を使用したシステム構成

## 2. USB Type-C 検出動作仕様

本システムでは、RA2L2 内蔵 USB Type-C IF を使用して USB Type-C CC 検出を行っています。本章では、RA2L2 内蔵 USB Type-C IF 仕様や、本システムで実現している USB Type-C に関するハードウェア及びソフトウェア動作仕様を説明します。

### 2.1 USB Type-C CC 検出規格仕様

USB Type-C ケーブルで機器同士が接続されると、ソース側の Rp 抵抗とシンク側の Rd 抵抗にソース側から電圧をかけ、Rd 抵抗に掛かる電圧を判定して USB Default/1.5A Source/3.0A Source を検出します。

表 2-1 Sink CC pin Voltages Threshold (V)の差異

Source Current Detection	Power Supply	USB Type-C Cable and Connector Specifications — Threshold Voltage (V) on Sink CC Pins		RA2L2 CC Detection Circuit — Voltage Detection Threshold (V)
		Old Standard Release 2.3	New Standard Release 2.4	
Default USB	0.5 A @5 V	0.25	0.277	0.15
1.5-A source	1.5 A @5 V	0.66	0.613	0.613
3.0-A source	3.0 A @5 V	1.23	1.165	1.165

例えば 3.0A Source をシンク側で検出した場合、15W (5V/3A) のソース機器 (充電器や PC の Type-C ポート) に接続されたこととなります。その後の動作例としては、シンク側機器の充電 IC や電源 IC へ、MCU 等からシリアル通信経由で充電電流や受電電流を大きくする設定変更を行い、急速充電や 15W の USB バスパワー動作を行うことができます。

### 2.2 RA2L2 を用いた USB Type-C CC 検出仕様

RA2L2 の USB Type-C IF は、USB Type-C standard Release 2.4 に準拠した検出専用のハードウェア回路を搭載しており、以下の機能をサポートします。

- ・ USB Type-C standard Rev. 2.4 仕様に準拠する USB ポートの接続または切断の検出
- ・ CC1, CC2 にそれぞれ Rd 抵抗を内蔵しており、Rd 抵抗に掛かる電圧を判定することで、ソース供給電流能力 (USB Default/1.5A Source/3.0A Source) を検出

図 2-1 に RA2L2 の USB Type-C 接続イメージを示します。

RA2L2 グループ EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング (RA2L2 MCU USB Type-C  
リファレンスデザインのマイグレーション例)

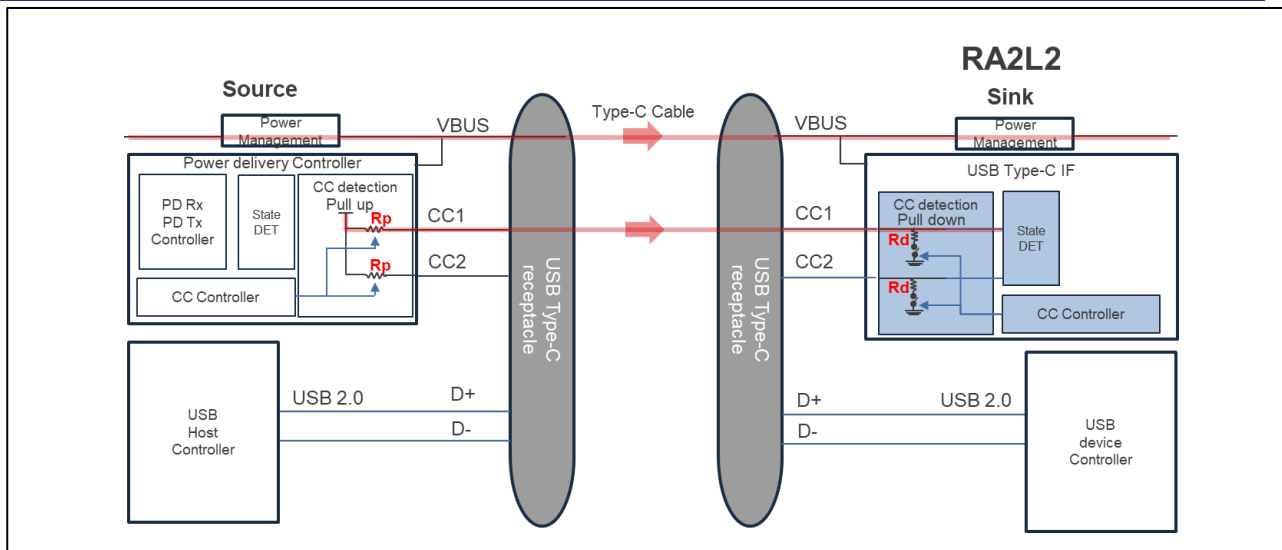


図 2-1 RA2L2 の USB Type-C 接続イメージ

また、図 2-2 に RA2L2 USB Type-C IF のブロック図を示します。

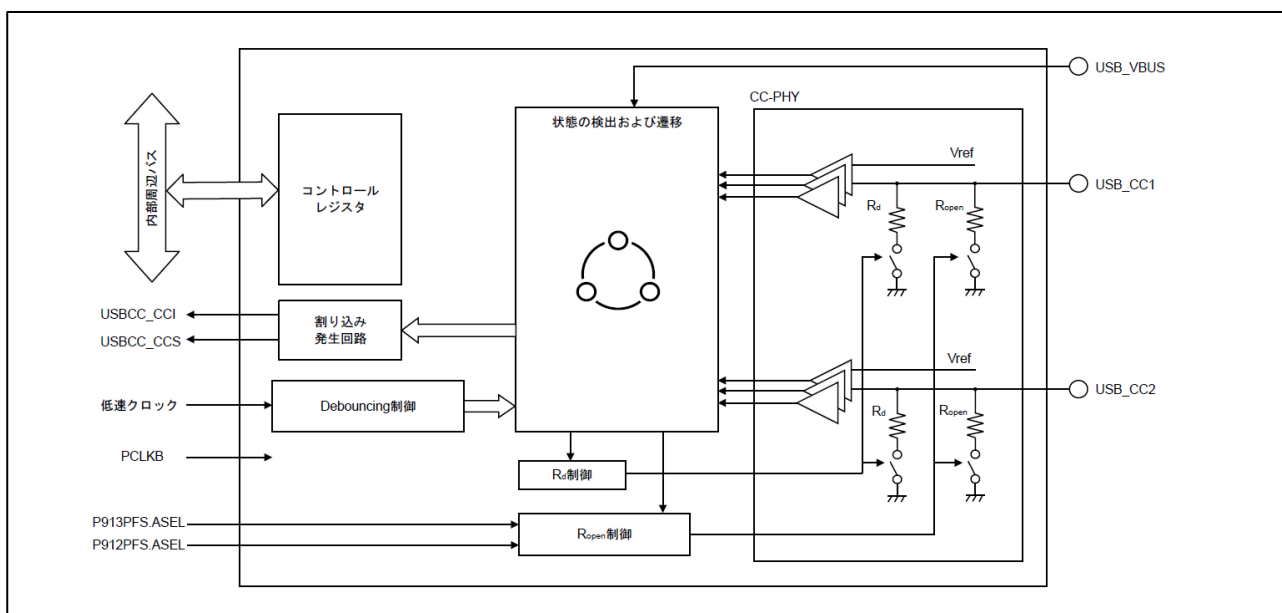


図 2-2 RA2L2 USB Type-C IF のブロック図

RA2L2 USB Type-C IF には、TCS レジスタ (Type-C CC 接続状態及びステータスレジスタ) が存在し、この TCS レジスタの各ビットの状態を読み出すことで、USB Type-C の各検出結果を知ることができます。TCS レジスタ仕様を表 2-2 に示します。詳細は RA2L2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH1080) の「26.2.5 TCS: Type-CC 接続状態およびステータスレジスタ」をご参照ください。

表 2-2 TCS レジスタ仕様

ビット	シンボル	機能	R/W
0	SRCD	ソース接続の検出 0: ソースが未接続 (接続ステータスは Attached.SNK ではない) 1: ソースが接続済み (接続ステータスは Attached.SNK)	R
1	VRD15D	Power1.5 ソース接続の検出 0: Power1.5 ソースは未接続 1: Power1.5 ソースは接続済み	R
2	VRD30D	Power3.0 ソース接続の検出 0: Power3.0 ソースは未接続 1: Power3.0 ソースは接続済み	R
3	PLUG	プラグの接続の向き 0: CC1 は接続済み 1: CC2 は接続済み	R(注1)
7:4	CNS[3:0]	接続状態のステータス 0000: 無効 0001: Unattached.SNK 0010: AttachWait.SNK 0100: Attached.SNK (PowerDefault.SNK) 0101: Attached.SNK (Power1.5.SNK) 0110: Attached.SNK (Power3.0.SNK) その他: 不定	R
9:8	CC1S[1:0]	CC1 のステータス 00: オープン (最大の vRa 未満) 01: デフォルトの USB (最小の vRd-Connect を超える) 10: Power1.5 (最小の vRd-Connect を超えて vRd-1.5 の範囲内の電圧) 11: Power3.0 (最小の vRd-Connect を超えて vRd-3.0 の範囲内の電圧)	R
11:10	CC2S[1:0]	CC2 のステータス 00: オープン (最大の vRa 未満) 01: デフォルトの USB (最小の vRd-Connect を超える) 10: Power1.5 (最小の vRd-Connect を超えて vRd-1.5 の範囲内の電圧) 11: Power3.0 (最小の vRd-Connect を超えて vRd-3.0 の範囲内の電圧)	R
12	VBUSS	VBUS のステータス 0: VBUS をオフ 1: VBUS をオン	R
30:13	—	読むと 0 が読めます。	R

注 1. 接続状態がシンクオンリモード (MEC.MODE = 0) で Attached.SNK の場合のみ有効

### 2.3 EK-RA2L2 USB Type-C ハードウェア仕様

EK-RA2L2 における USB Type-C 含む USB ブロックの回路構成図を図 2-3 に示します。

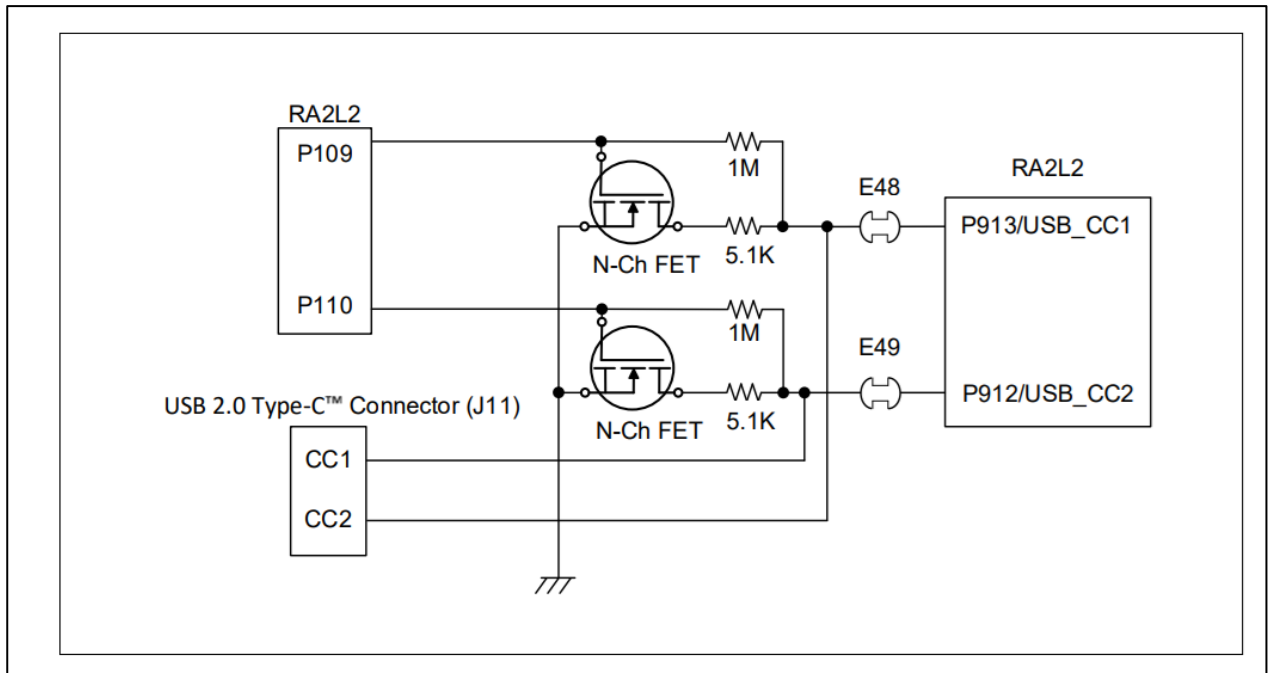


図 2-3 USB ブロックの回路構成図

## 2.4 USB Type-C CC 検出動作

USB Type-C の規格では、USB Type-C ソース機器 (PC や充電器) とシンク機器 (EK-RA2L2) が USB Type-C ポートで接続された時、ソース機器側がシンク機器側の CC ライン上のプルダウン抵抗  $R_d$  を必ず検出する必要があります。ソース機器側がプルダウン抵抗  $R_d$  を検出できた後にシンク機器側へ VBUS 出力を開始する動きとなります。

RA2L2 は USB Type-C モジュール内にプルダウン抵抗  $R_{d1}$  を内蔵していますが、RA2L2 の起動有無によらずソース側がプルダウン抵抗  $R_d$  を検出できるように、EK-RA2L2 ではデモボード上に外部プルダウン抵抗  $R_{d2}$  を設けています。

本システム(EK-RA2L2)で USB Type-C 機能を使用するには、下記のように外部プルダウン抵抗  $R_{d2}$  を無効とし、内蔵プルダウン抵抗  $R_{d1}$  を有効にする必要があります。

- EK-RA2L2 での USB 2.0 Type-C 機能の使用手順
  - J40 および J41 の 5-6 ピンを短絡
  - P109、P110 から Low 出力 (外部プルダウン抵抗  $R_{d2}$  を無効)

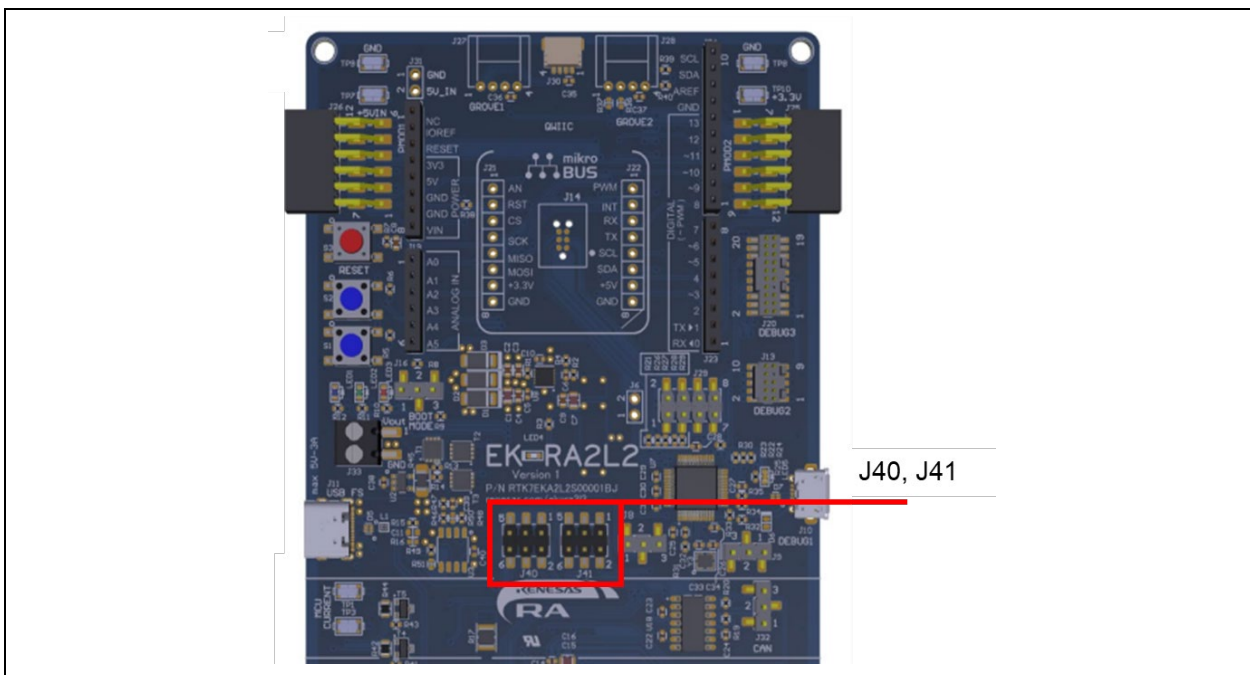


図 2-4 設定ジャンパ(J40,J41)

ソース側は、有効になっている内蔵プルダウン抵抗  $R_{d1}$  を検出し、VBUS をオンにします。これにより RA2L2 の USB シーケンスが開始されます。なお、EK-RA2L2 で CC 検出を行う場合は、必ずセルフパワー (USB Type-C 以外から電源を供給している状態) で使用する必要があります。

本システムでは、電源は Debug USB から供給しています。

### 3. ハードウェア

#### 3.1 評価キット EK-RA2L2

ボードは RA2L2 MCU を搭載した評価キット EK-RA2L2 を使用しています。

EK-RA2L2 の詳細は下記製品ページをご参照ください。

[EK-RA2L2 - RA2L2 MCU グループ評価キット | Renesas ルネサス](#)

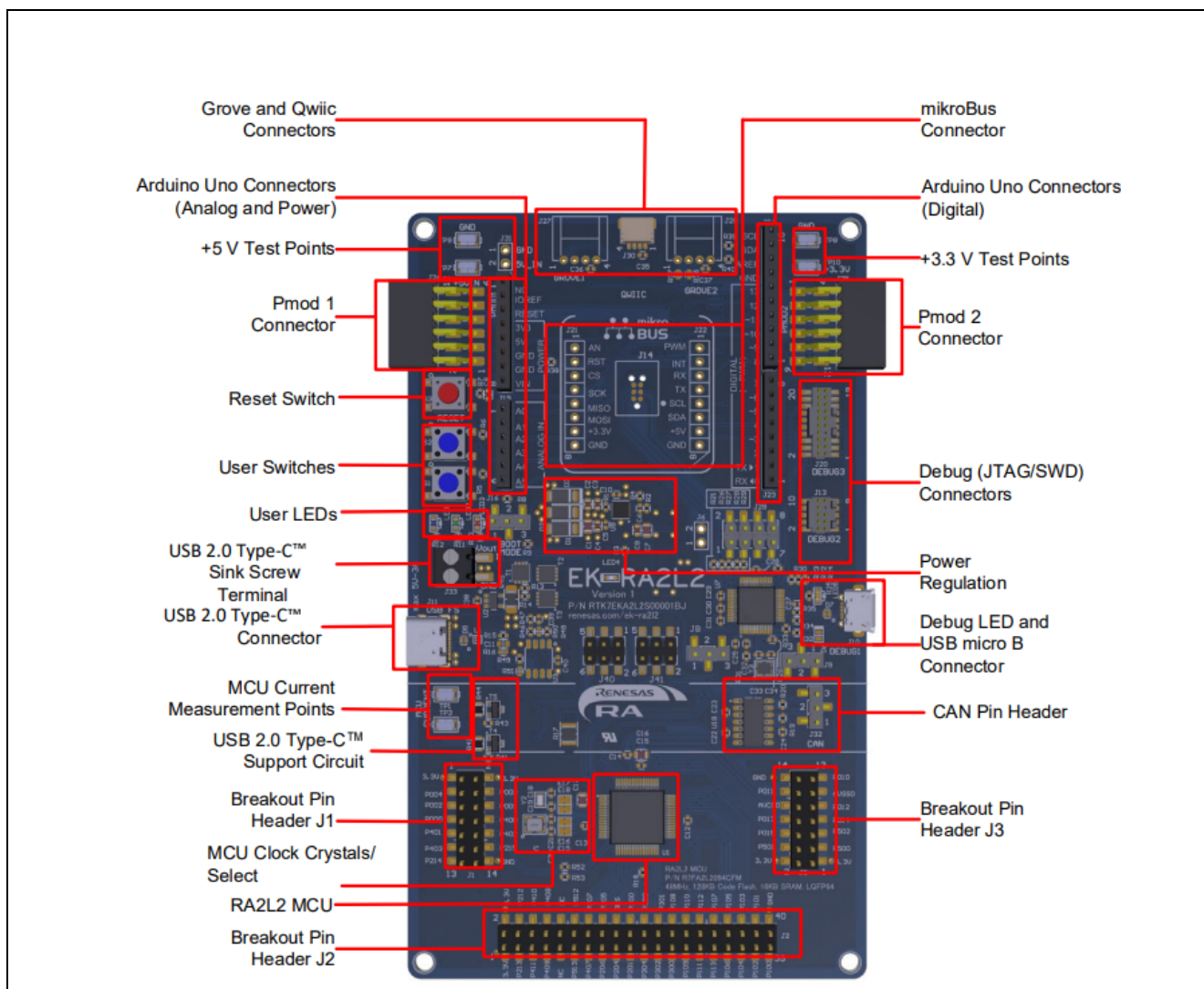


図 3-1 評価キット EK-RA2L2 上面

#### 3.2 温湿度センサ Pmod ボード

温湿度センサ Pmod ボードはルネサス製の QCIOT-HS4001POCZ を使用しています。QCIOT-HS4001POCZ は温湿度センサ HS4001 を搭載しています。

本 Pmod ボードはスレーブアドレス 0x54 を使用しています。

温湿度センサ Pmod ボード QCIOT-HS4001POCZ の詳細は下記製品ページをご参照ください。

[QCIOT-HS4001POCZ - 相対湿度センサ Pmod™ ボード | Renesas ルネサス](#)

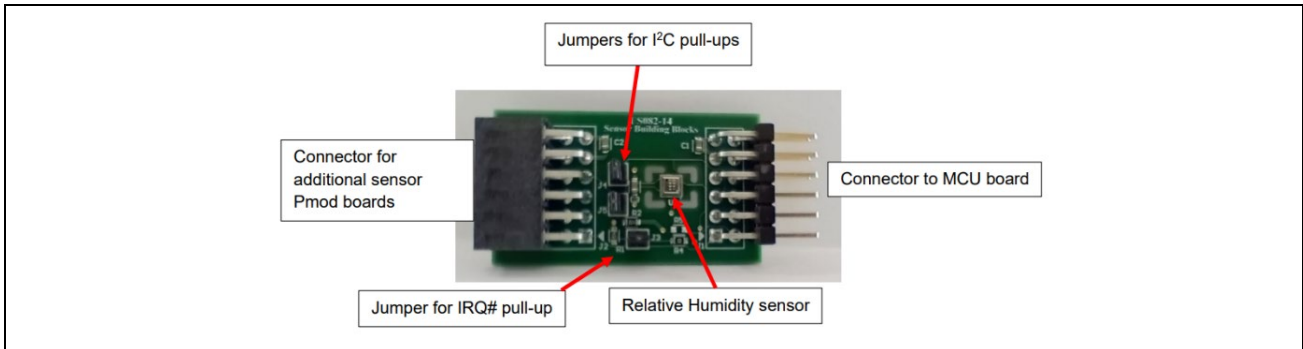


図 3-2 温湿度センサ Pmod ボード QCIOT-HS4001POCZ

### 3.3 光センサ Pmod ボード

光センサ Pmod ボードはルネサス製の QCIOT-ISL76682POCZ を使用しています。QCIOT-ISL76682POCZ は光デジタルセンサ ISL76682 を搭載した Pmod ボードです。

本 Pmod ボードはスレーブアドレスを選択することが可能です。本システムでは、デフォルトのピン設定 (J5 の pin2-3 を短絡) の 0x44 を使用しています。

光センサモジュール QCIOT-ISL76682POCZ の詳細は下記製品ページをご参照ください。

[QCIOT-ISL76682POCZ - 光-デジタルセンサ Pmod ボード | Renesas ルネサス](#)



図 3-3 光センサ Pmod ボード QCIOT-ISL76682POCZ

### 3.4 Pmod OLED

Pmod OLED は Digilent 社製 410-222 を使用しています。この Pmod OLED は Solomon Systech 社製 SSD1306 を搭載しており、SPI インタフェース対応です。

Pmod OLED 410-222 の詳細は下記をご参照ください。

[Pmod OLED: 128 x 32 Pixel Monochromatic OLED Display - Digilent](#)

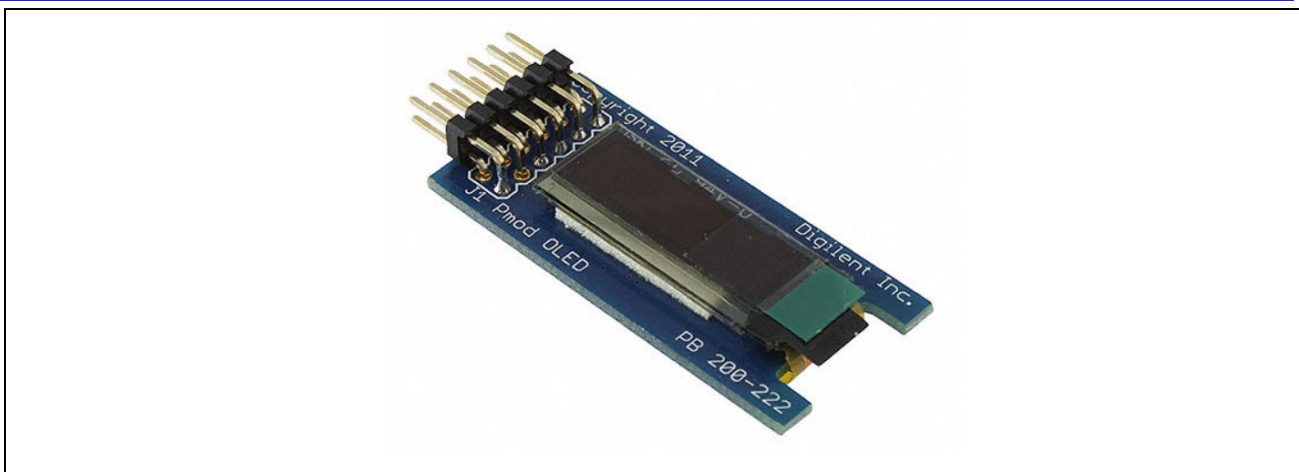


図 3-4 Pmod OLED 410-222

Pmod OLED は横 128 × 縦 32 ピクセルの OLED 画面描画しています。OLED のドット構成を図 3-5 に示します。

また、画面描画には VRAM を使用しています。VRAM は計 512 バイト(横 128 ドット × 縦 8 ドット × 4 ページ)で構成されています。VRAM 構成を図 3-6 図 3-6 OLED の VRAM 構成に示します。

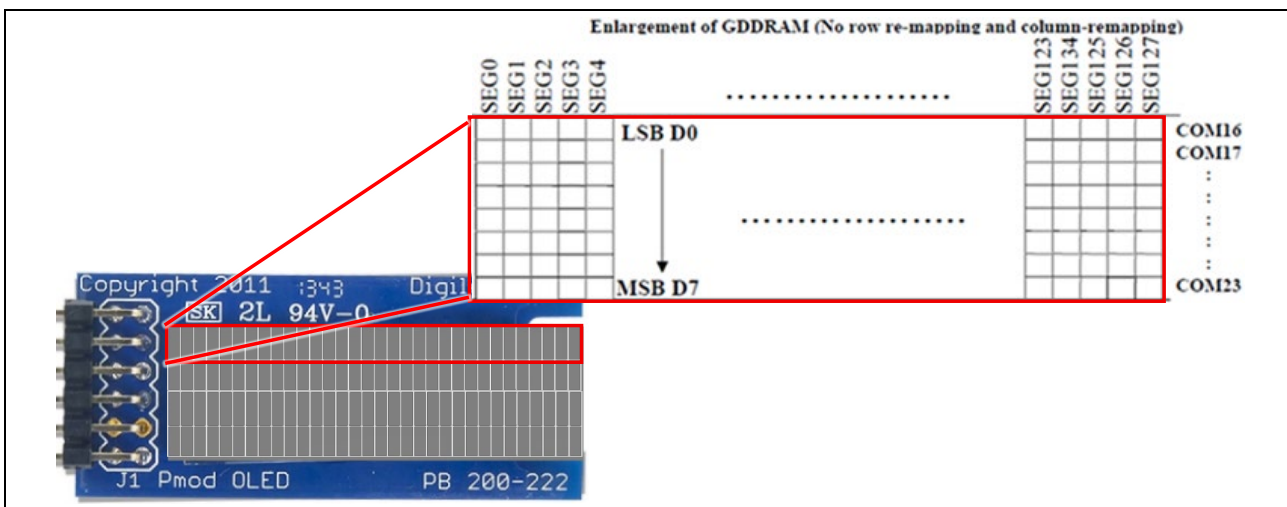


図 3-5 OLED のドット構成

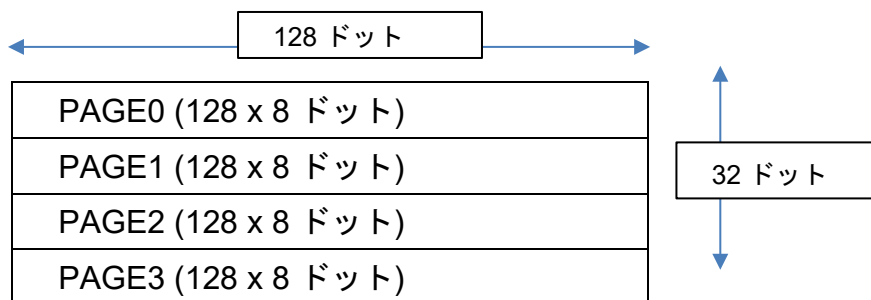


図 3-6 OLED の VRAM 構成

#### 4. ソフトウェア動作仕様 (デモ動作仕様)

本システムのサンプルコードでは、USB Type-C 検出だけでなく環境センサのモニタリングアプリケーションのシステム全体を想定したデモ動作も実現しています。本章ではソフトウェア動作仕様を説明します。4.1~4.4 節に概要、4.5 節以降に各機能の動作仕様を示します。

##### 4.1 メイン処理フローチャート

サンプルコードのメイン処理のフローチャートを図 4-1 に示します。なお OLED 描画速度の改善のため、OLED 描画処理はメイン周期とは独立させています。また VBUS モニタ処理もメイン周期とは別の周期で動作しているため、メイン周期とは独立させています。なお、メイン周期は RTC 周期割り込み (1/128 秒) を使用しています。

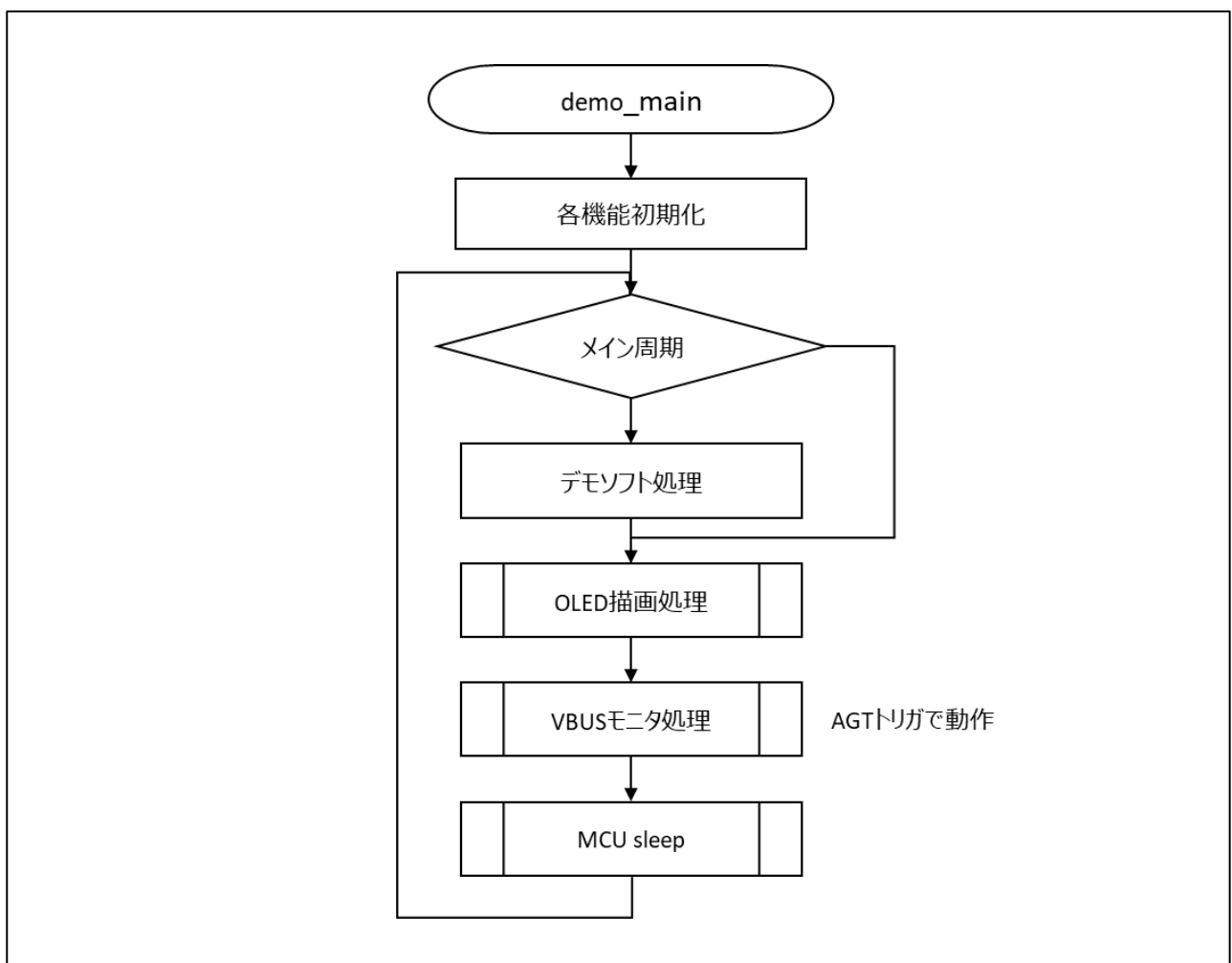


図 4-1 メイン処理フローチャート

## 4.2 デモ動作概要と状態遷移

本サンプルコードにおける各デモ動作の概要を表 4-1 に示します。

表 4-1 各デモ動作の概要

デモ動作	概要
日時設定モード	ユーザスイッチの操作で日時を設定するモードです。
センシングデモモード	温湿度センサと光センサの検出結果を OLED 画面に表示するモードです。また USB CDC デバイスとして PC と接続し、センサデータを送信することができます。
USB 通知	USB の接続または切断時に、USB Type-C CC 検出結果と USB 接続状態を OLED 画面に通知として表示します。通知は 3 秒後に自動的に終了し、元のデモモードに戻ります。

サンプルコード全体の状態遷移を図 4-2 に示します。

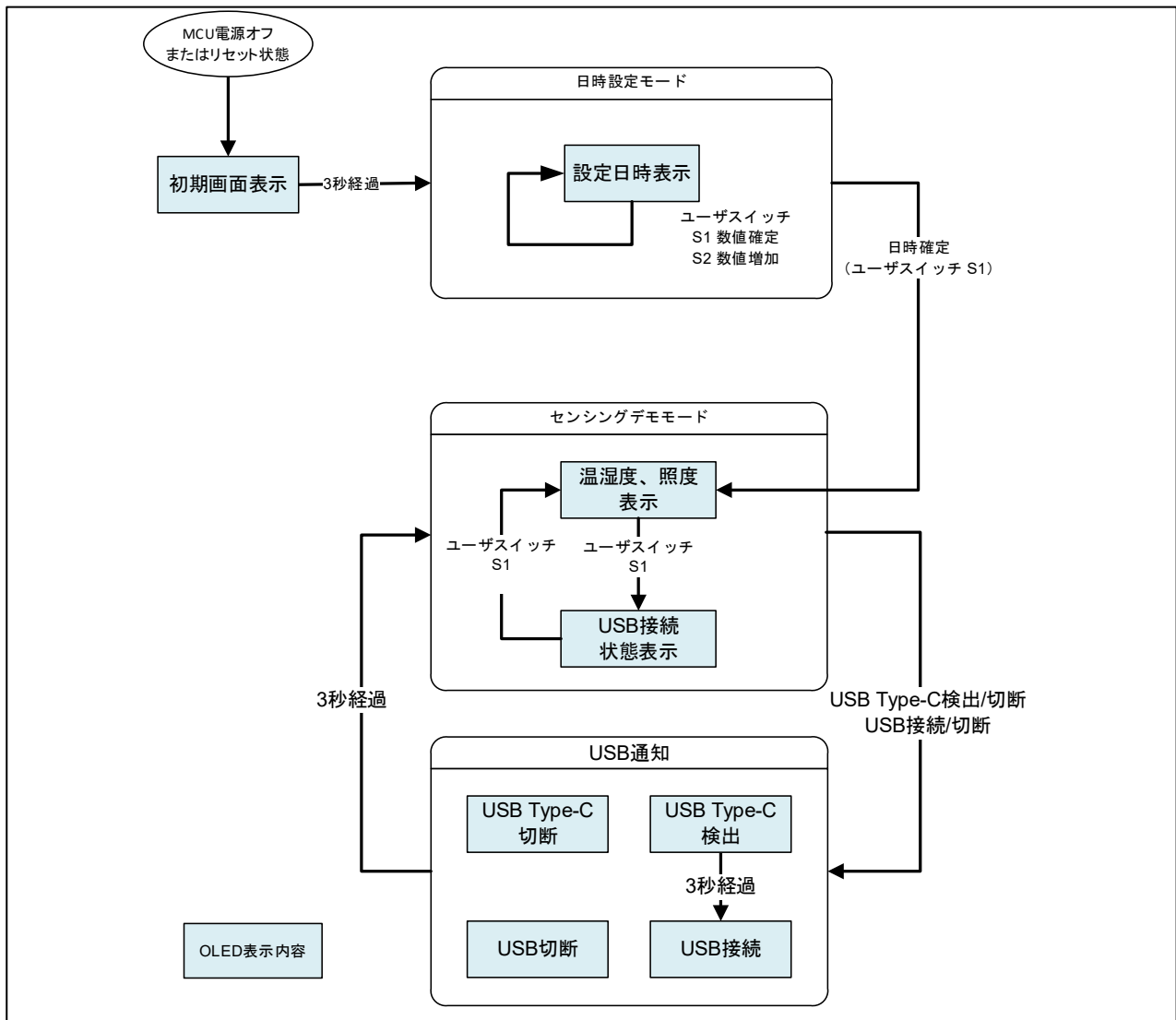


図 4-2 サンプルコード全体の状態遷移

各デモ動作における主要機能の動作状態を表 4-2 に示します。

表 4-2 各デモ動作における主要機能の動作状態

動作モード	センシング動作	OLED 表示	USB 通知 (OLED 表示)	USB Type-C IF (注 1)	USBFS
日時設定モード	停止	ON	OFF	動作	動作
センシングデモ モード	動作	ON	ON	動作	動作

注1. RA2L2 に内蔵されている USB Type-C IF です。

### 4.3 ソフトウェア構成

サンプルコード全体のソフトウェア構成を図 4-3 に示します。

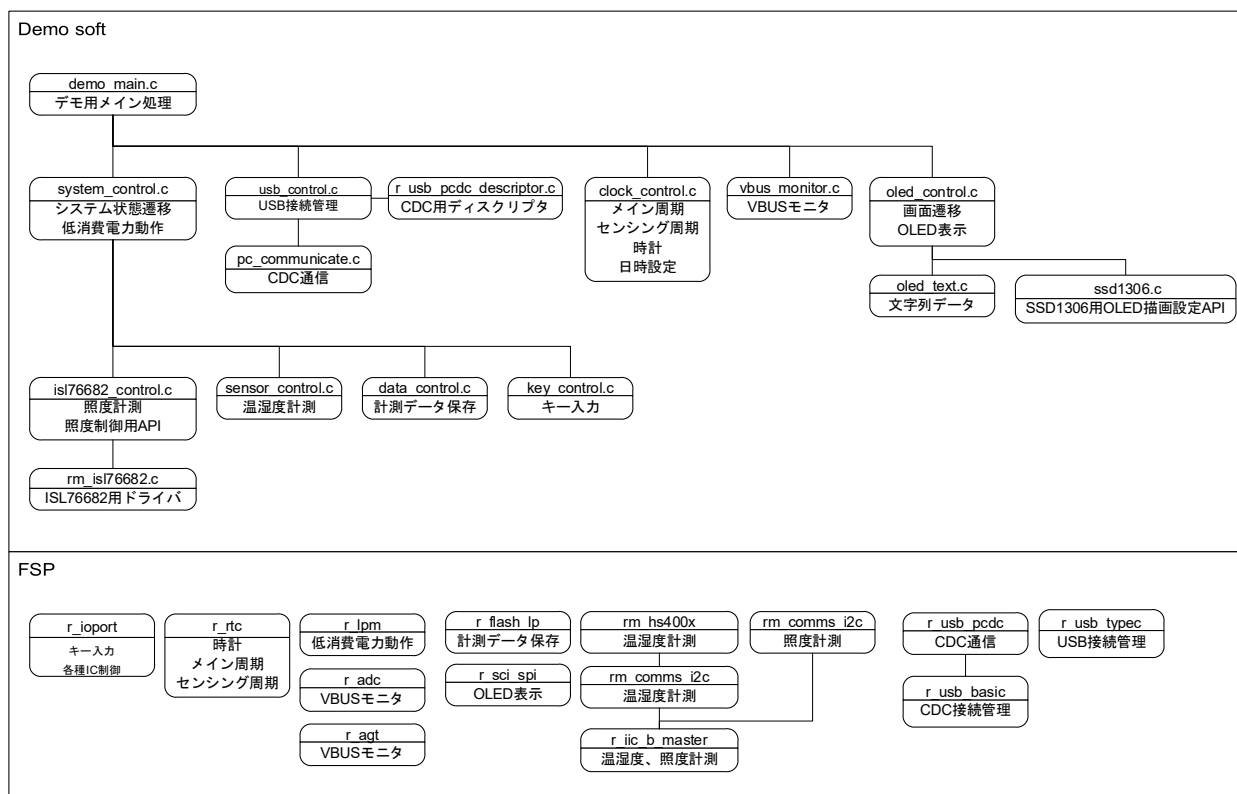


図 4-3 サンプルコード全体のソフトウェア構成

#### 4.4 フォルダ構成

サンプルコード全体のフォルダ構成及び各ファイルの説明を表 4-3 に示します。

表 4-3 フォルダ構成

フォルダ/ファイル名	説明
ek_ra2l2_usb_demo_sample	
— src	
— hal_entry.c	
— demo	
— demo_main.c	デモ用メイン処理
— demo_main.h	demo_main.c のヘッダファイル
— clock	
— clock_control.c	メイン周期、センシング周期、時計、 日時設定
— clock_control.h	clock_control.c のヘッダファイル
— data	
— data_control.c	計測データ保存
— data_control.h	data_control.c のヘッダファイル
— key	
— key_control.c	キー入力
— key_control.h	key_control.c のヘッダファイル
— light	
— isl76682	
— ra_isl76682_profile.h	ISL76682 用プロファイル定義
— rm_isl76682.c	ISL76682 用ドライバ
— rm_isl76682.h	rm_isl76682.c のヘッダファイル
— rm_isl76682_api.h	ISL76682 用 API 定義
— isl76682_control.c	照度計測、照度制御用 API
— isl76682_control.h	isl76682_control.c のヘッダファイル
— oled	
— oled_control.c	画面遷移、OLED 表示
— oled_control.h	oled_control.c のヘッダファイル
— oled_text.c	文字列データ
— oled_text.h	oled_text.c のヘッダファイル
— ssd1306.c	SSD1306 用 OLED 描画設定 API
— ssd1306.h	ssd1306.c のヘッダファイル
— sensor	
— sensor_control.c	温湿度計測
— sensor_control.h	sensor_control.c のヘッダファイル
— sys	

## RA2L2 グループ EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング (RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインのマイグレーション例)

	— system_control.c	システム状態遷移、低消費電力動作
	— system_control.h	system_control.c のヘッダファイル
— usb		
	— pc_communicate.c	CDC 通信
	— pc_communicate.h	pc_communicate.c のヘッダファイル
	— r_usb_pcdc_descriptor.c	CDC 用ディスクリプタ
	— usb_control.c	USB 接続管理
	— usb_control.h	usb_control.c のヘッダファイル
— vbus		
	— vbus_monitor.c	VBUS モニタ
	— vbus_monitor.h	vbus_monitor.c のヘッダファイル

### 4.5 システム管理

本節ではサンプルコード全体のシステム管理仕様を説明いたします。本サンプルコードでは、RTC 周期割り込み（1/128 秒）をシステムのメイン周期として使用しています。またユーザスイッチの長押し時間や OLED 表示時間、センシングの 1 秒周期、データ保管の 5 秒周期などもメイン周期でカウントしています。

#### 4.5.1 処理構成

システム管理の処理構成を図 4-4 に示します。

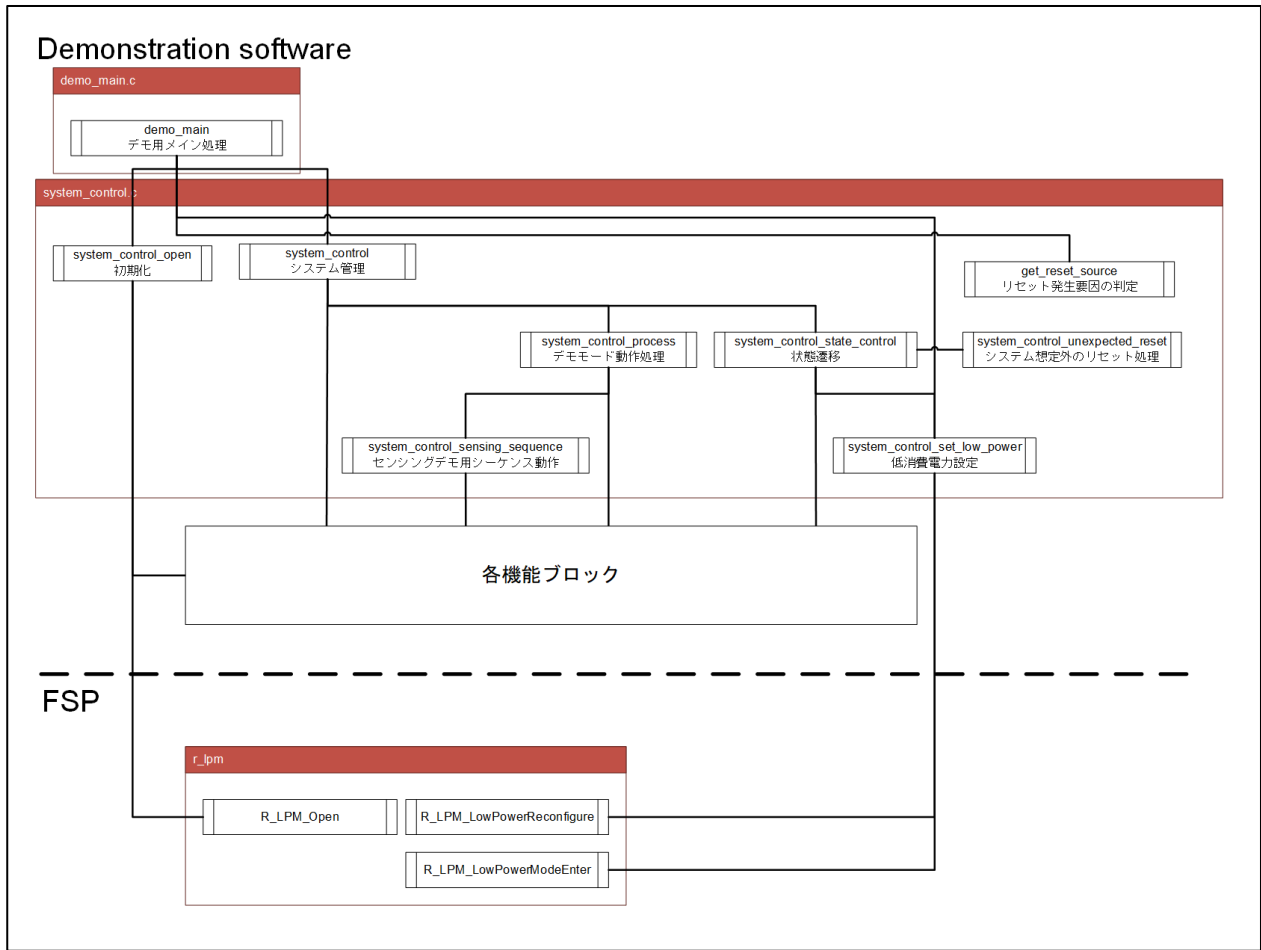


図 4-4 システム管理の処理構成

#### 4.5.2 状態遷移

システム管理の状態遷移を図 4-5 に示します。デモ動作開始後、リセット発生要因の判定を行います。リセット発生要因の判定結果が、RES 端子リセット、パワーオンリセットまたはソフトウェアリセットの場合、日時設定モードに移行します。日時設定を行った後、センシングデモモードに移行します。

なお、リセット発生要因が上記以外の場合、システムを停止します。再度リセットを行ってください。

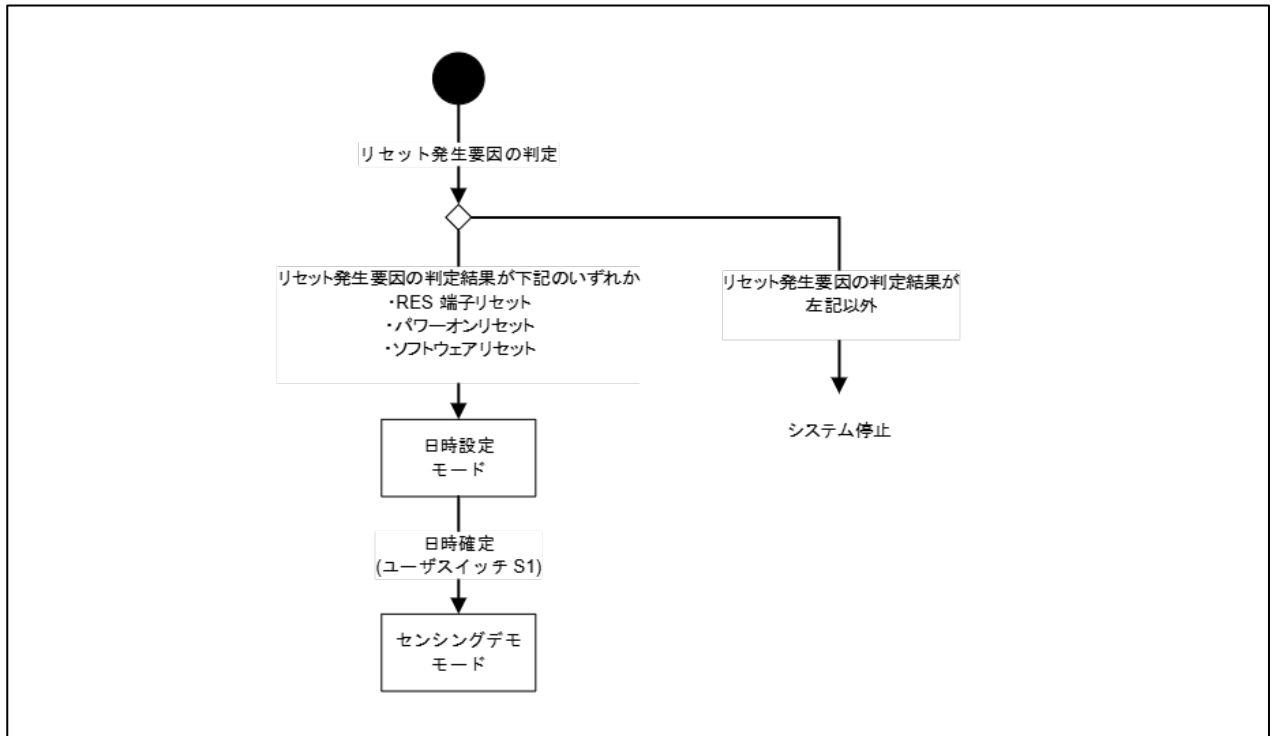


図 4-5 システム管理の状態遷移

### 4.5.3 低消費電力動作

低消費電力動作の状態遷移を図 4-6 に示します。また表 4-4 に MCU の各動作モードにおける MCU 周辺モジュールの動作状態を示します。

センシングデモモード、日時設定モードはメイン周期での各機能動作処理後の空き時間中にスリープモードに移行します。スリープモードからの復帰はメイン周期用の RTC 割り込みと VBUS モニタ用のタイマ割り込みで復帰します。

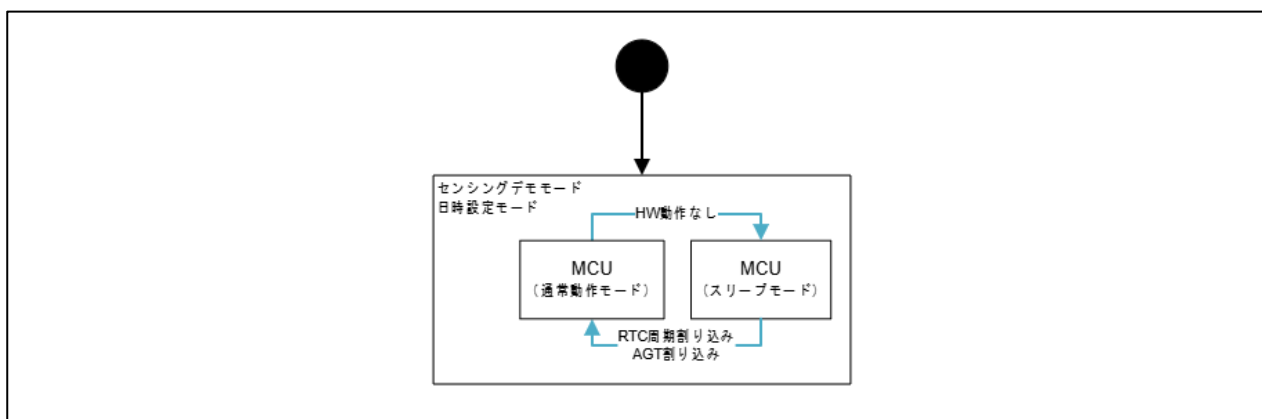


図 4-6 低消費電力動作の状態遷移

表 4-4 RA2L2 各動作モードにおける機能動作の状態

項目	通常動作モード	スリープモード
サブクロック発振器	動作	動作
高速オンチップオシレータ	動作	動作
CPU	動作	停止
SRAM	動作	動作
フラッシュメモリ	動作	動作
リアルタイムクロック	動作	動作
低消費電力非同期汎用タイマ	動作	動作
12 ビット A/D コンバータ	動作	動作
シリアルコミュニケーションインタフェース	動作	動作
I3C バスインタフェース	動作	動作
USB 2.0 フルスピードモジュール	動作	動作
USB Type-C インタフェース	動作	動作
I/O ポート	動作	動作

#### 4.5.4 リセット発生要因の判定

RA2L2 の RSTSR0 レジスタと RSTSR1 レジスタを読み、リセット発生要因を判定しています。本システムではリセット発生要因の判定結果が、RES 端子リセット、パワーオンリセットまたはソフトウェアリセットの場合のみシステム動作に移行します。その他のリセット要因の場合、システムを停止します。

なお、本システム(EK-RA2L2)ではパワーオンリセットの条件を満たすことができず、RES 端子リセット判定となります。

RA2L2 のリセット発生要因の判定フロー例を図 4-7 に示します。リセットの条件やリセット発生要因の判定フローの詳細は RA2L2 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照ください。

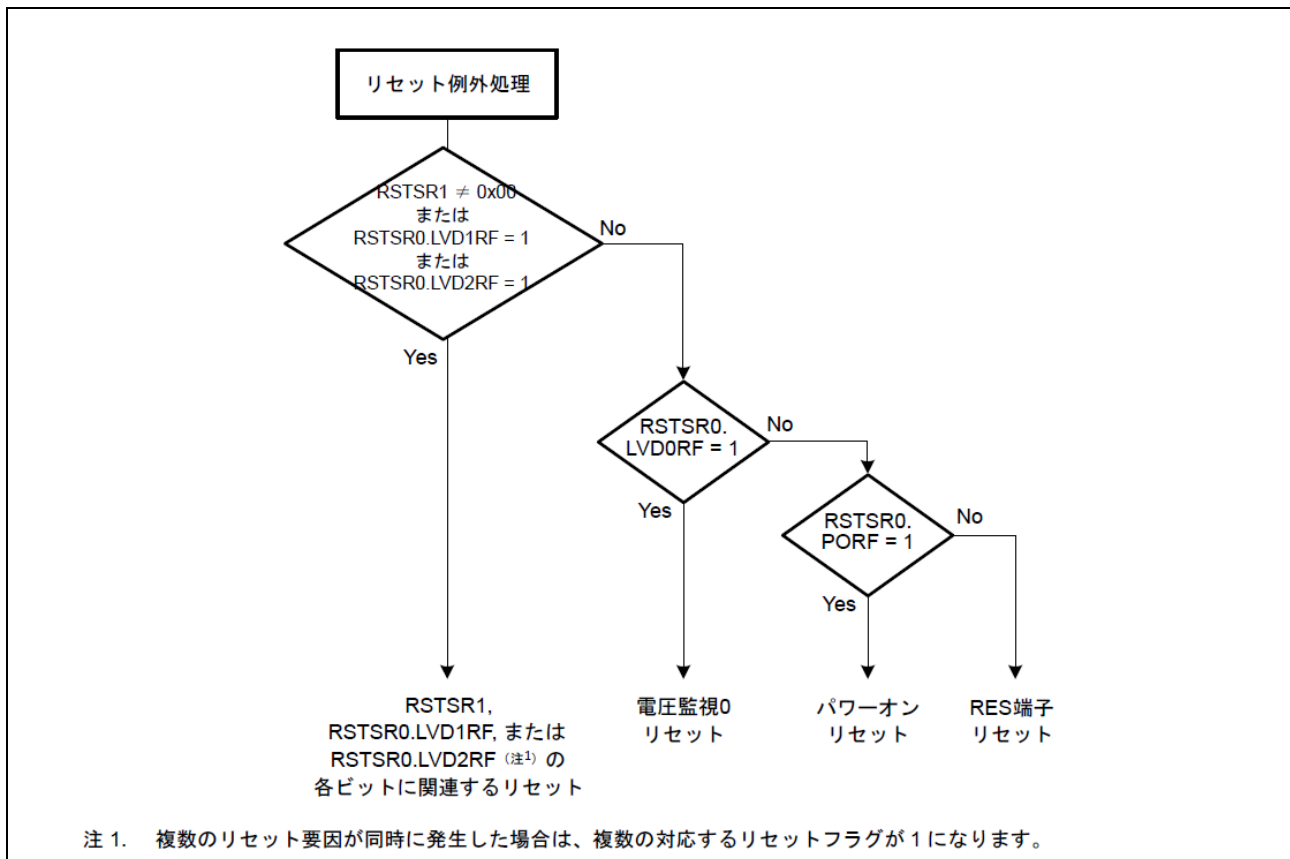


図 4-7 リセット発生要因の判定フロー例

## 4.6 キー入力

日時設定モード、センシングデモモードはメイン周期でユーザスイッチ(S1、S2)の入力を監視します。スイッチの入力状態は2回一致で確定とします。日時設定モード時は長押し処理にも対応します。なお Reset スイッチは HW リセットに使用するためキー入力として管理していません。キー入力仕様を表 4-5 に示します。

表 4-5 キー入力仕様

スイッチ	使用ブロック	日時設定モードでの機能	センシングデモモードでの機能	アクティブ
Reset スイッチ	H/W	-	-	Low
ユーザスイッチ S1	システム管理 日時管理 OLED 管理 (注1)	数値確定	OLED 表示画面の切り替え	Low
ユーザスイッチ S2	システム管理 日時管理 OLED 管理 (注1)	数値増加	-	Low

注1. 日時管理および OLED 管理はシステム管理経由でキー入力を受け取ります。

### 4.6.1 処理構成

キー入力の処理構成を図 4-8 に示します。

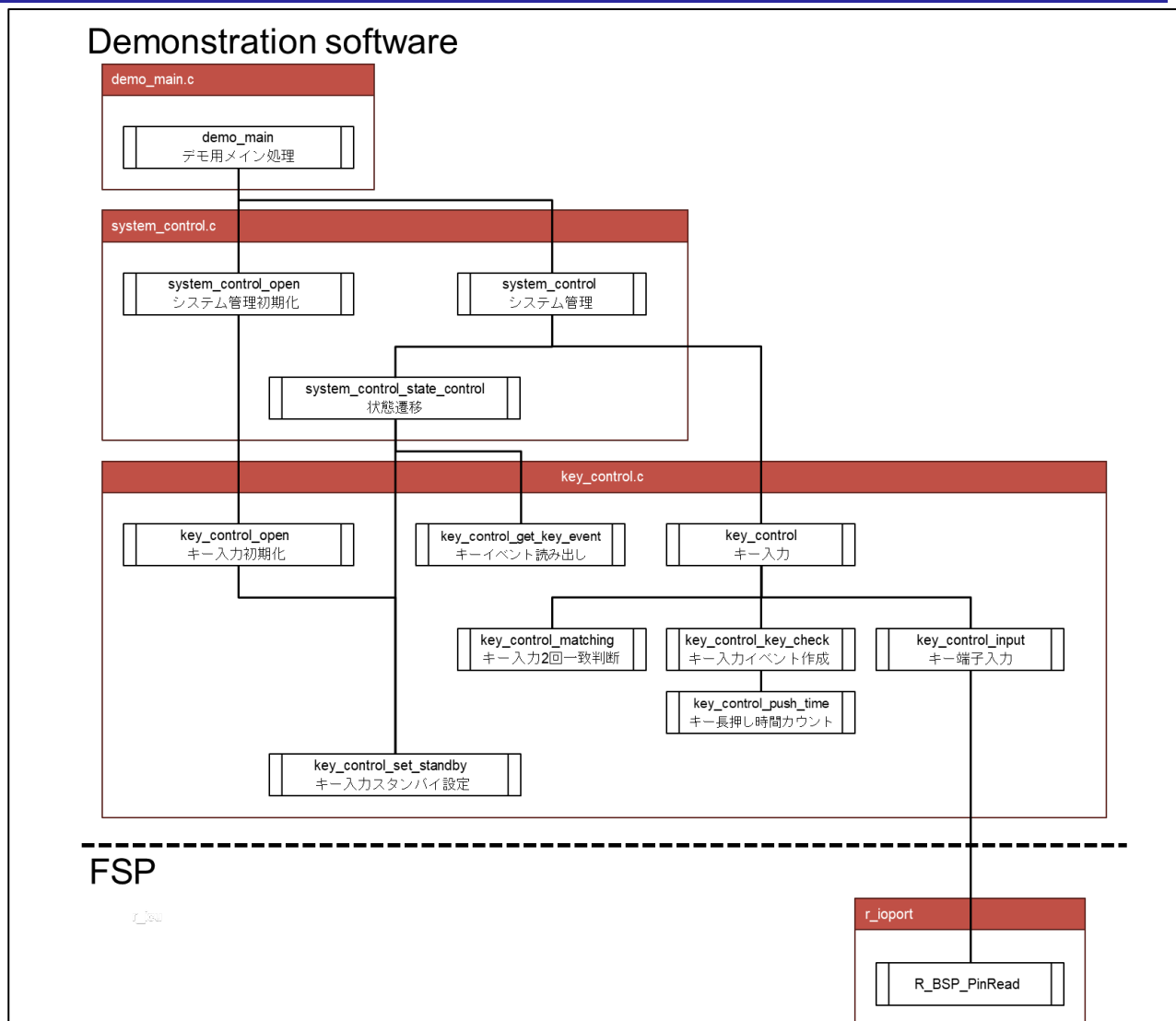


図 4-8 キー入力の処理構成

#### 4.6.2 長押し判定処理

日時設定モード時は単押しに加え、キー入力の連続操作の負担軽減のため長押し操作にも対応しています。

長押し判定は2段階で確認しています。まず、2秒間ユーザスイッチを入力(押下)し続けた場合、長押しと判定します。その後、500ms 毎にユーザスイッチの入力状態(押下状態)を確認して長押しし続けているかを確認します。

### 4.7 日時管理

RTC を使用して日付、時刻を管理します。時刻は24時間方式で扱います。RTC 周期割り込み (1/128 秒) をシステムのメイン周期として使用しています。

#### 4.7.1 処理構成

日時管理の処理構成を図 4-9 に示します。



#### 4.7.2 日時設定

電源を供給して OLED に初期画面を 3 秒間表示後、自動で日時設定モードに移行します。

日時設定モードでは、デフォルト日時からユーザスイッチの S1,S2 の入力で値を設定します。デフォルト日時は 2026 年 1 月 1 日 00 時 00 分です。ユーザスイッチは押下および長押し処理に対応しています。

設定時、年(1の位)、月、日、時間、分は 1 桁ずつ設定を行います。S1 入力は数値の確定、S2 入力は数値増加を行います。分(1の位)の数値を確定後、日時設定を終了します。なお、設定項目に秒はありませんが、日時設定終了時に 0 秒からカウントを始めます。

日時設定終了後、設定した日時を RTC に反映して日時設定を終了します。日時設定終了後はセンシングデモモードに移行します。

日時設定の動作イメージを図 4-10 に示します。

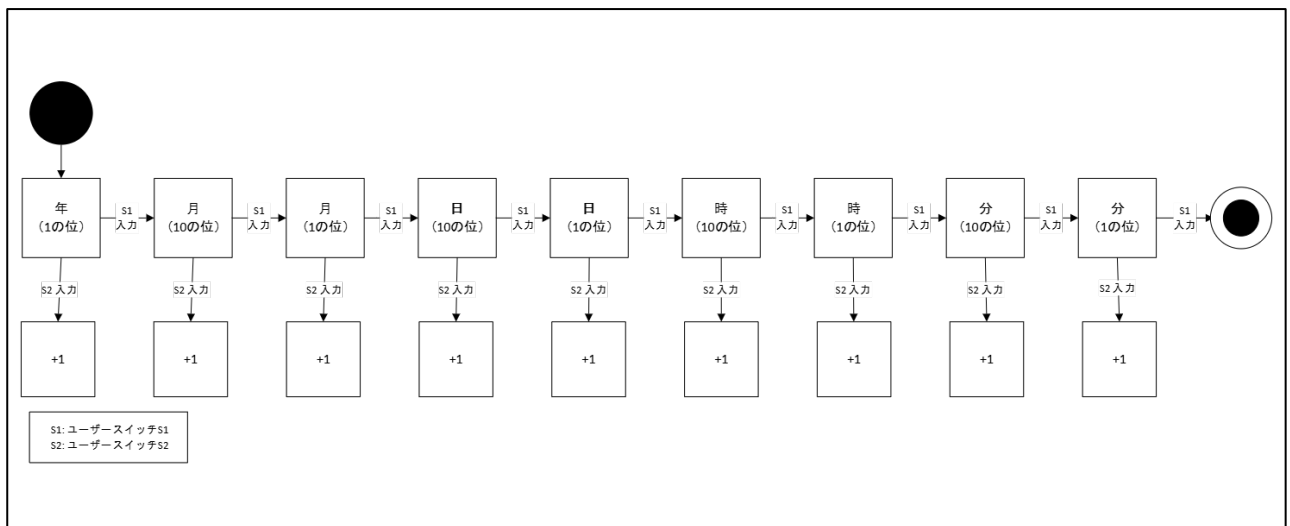


図 4-10 日時設定の動作イメージ

## 4.8 OLED 表示

本サンプルコードでは、C ソースコードに変換された各アイコン画像データとテキストデータを、OLED 表示制御関数及び OLED モジュールドライバソフトを用いて、OLED 画面に描画しています。

### 4.8.1 処理構成

OLED 表示の処理構成を図 4-11 に示します。

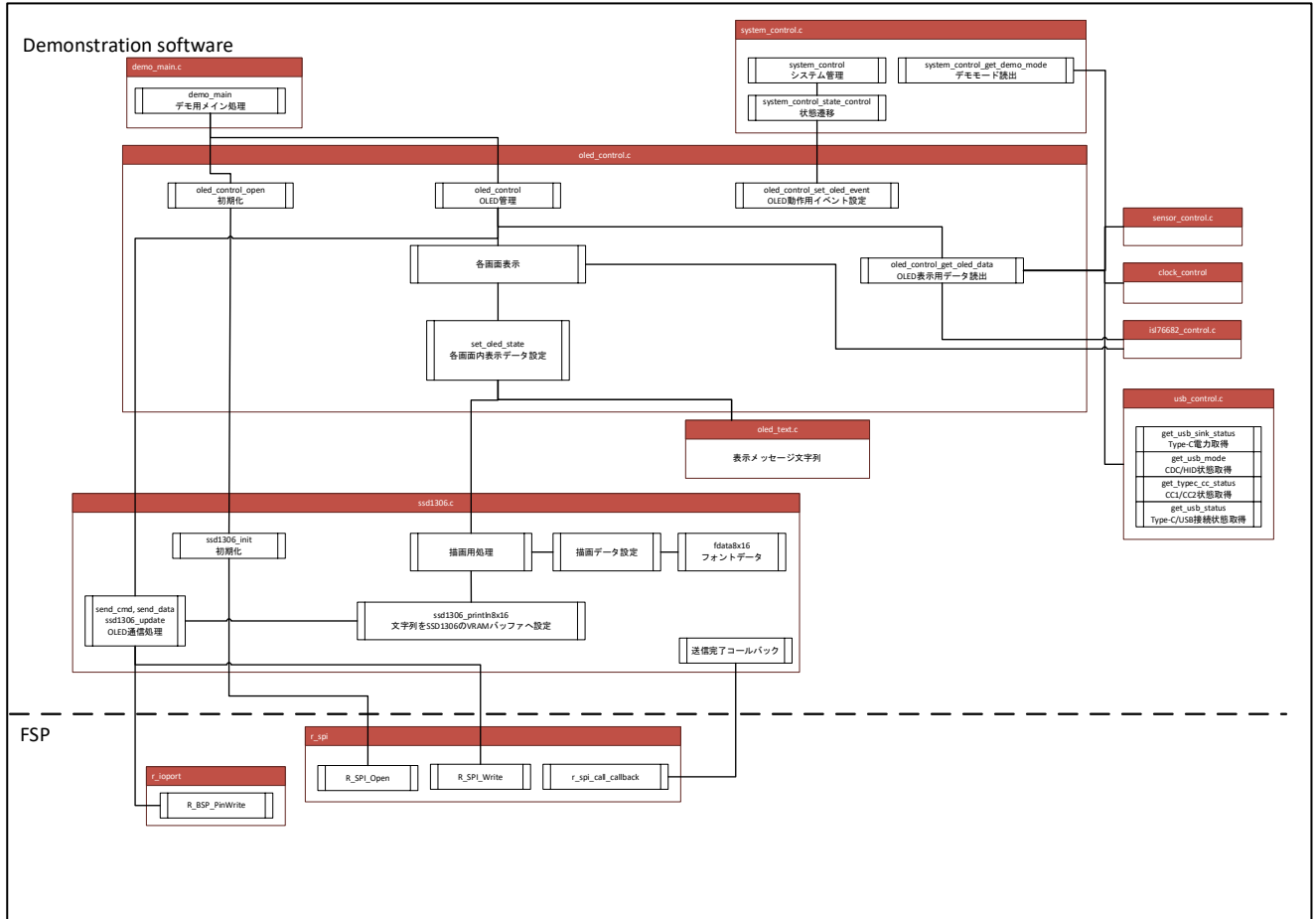


図 4-11 OLED 表示の処理構成

#### 4.8.2 状態遷移

OLED 表示の状態遷移を図 4-12 に示します。システム管理からのスイッチ入力通知と USB 管理の接続状態変化により画面遷移を行います。

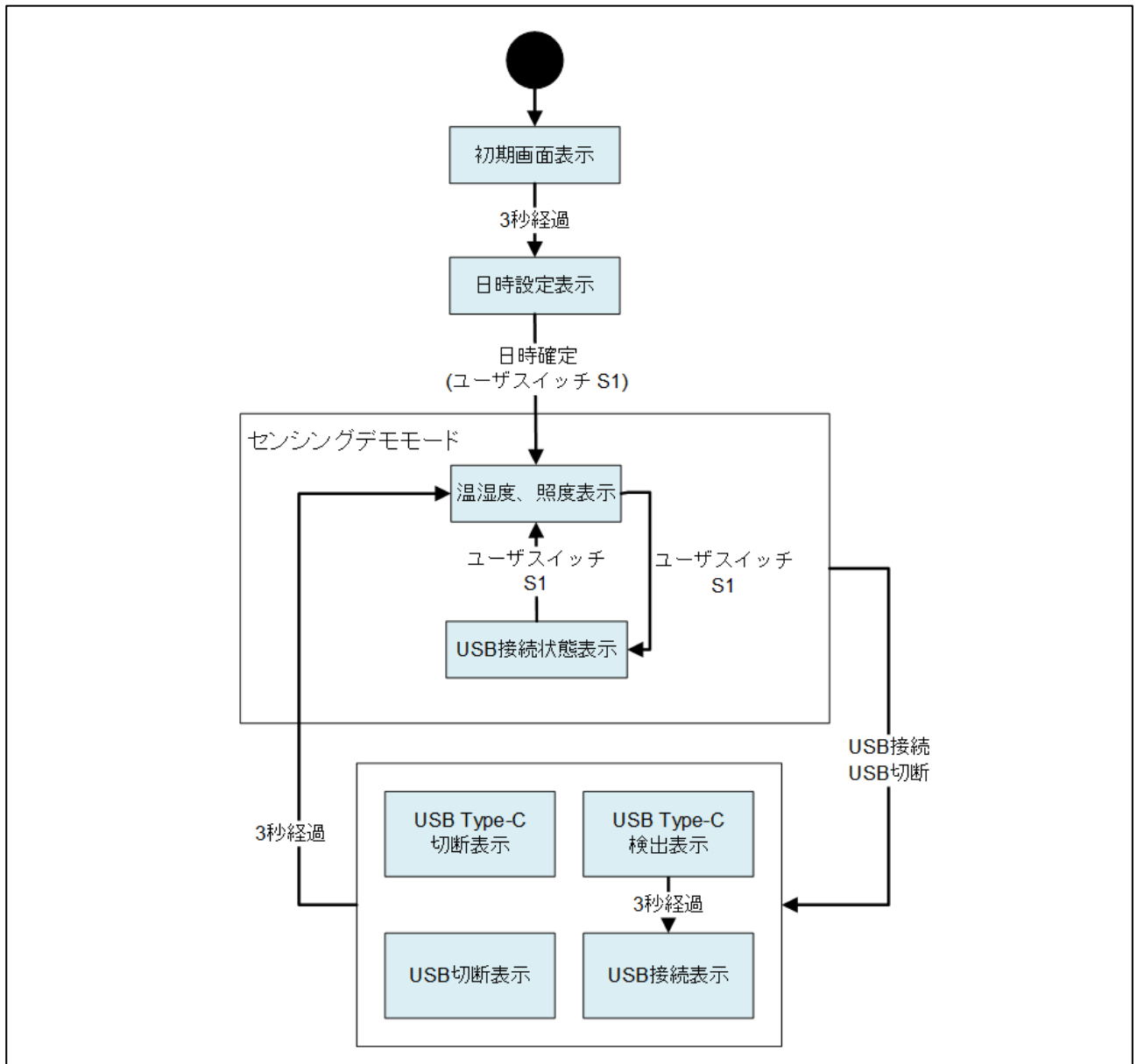


図 4-12 OLED 表示の状態遷移

#### 4.8.3 OLED 描画エリアと表示文字列

1文字は8x16ドットで構成されます。1画面で横16文字、2行分の描画が可能です。  
表示位置は、画面を横32分割、縦4分割にしたカーソル位置x, yで指定します。

xは4ドット、yは8ドット単位で指定するので、カーソル位置範囲はx=0~31, y=0~3となります。

[ ] [ ] [ ] [ ] の4文字のみ、4x16ドット構成にしてカーニング処理しています。

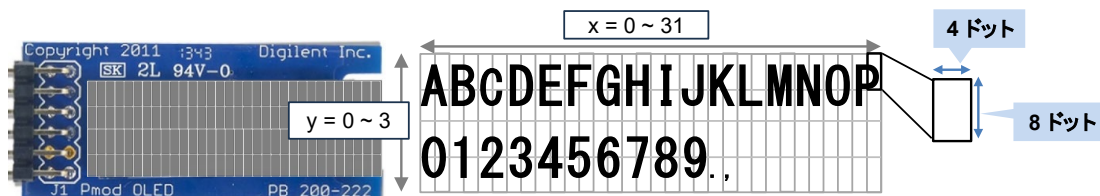


図 4-13 OLED の画面構成

<p>◆初期画面</p> <pre> EK-RA2L2 Solution Demo                     </pre>	<p>◆日時設定画面</p> <pre> 2026/01/01 00:00                     </pre>
<p>◆温湿度、照度表示画面</p> <pre> 01/01 00:00 26°C 50% 123lx                     </pre>	
<p>◆USB 接続状態画面</p> <p>USB Type-C (通信可能) 検出画面</p> <pre> CDC Device CC2 5V/1.5A Pwr1.5                     </pre>	<p>USB Type-C 検出画面</p> <pre> No USB CC2 5V/1.5A Pwr1.5                     </pre>
<p>USB Type-C(通信可能)検出画面</p> <pre> CDC Device CC1 5V/0.5 DF.USB                     </pre>	
<p>◆USB 通知画面</p> <p>USB Type-C 挿入時画面</p> <pre> Type-C Attach Success!                     </pre>	<p>USB Type-C(通信可能)挿入時画面</p> <pre> USB Connect Success!                     </pre>
<p>USB Type-C(通信可能)切断時画面</p> <pre> Type-C / USB Disconnect                     </pre>	<p>USB Type-C 切断時画面</p> <pre> Type-C Disconnect                     </pre>

図 4-14 OLED の表示文字列例

OLED 画面の表示例を図 4-15 に示し、USB 通知フロー例（充電器接続および PC 接続）を図 4-16 に示します。



図 4-15 OLED 画面の表示例

RA2L2 グループ EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング (RA2L2 MCU USB Type-C  
リファレンスデザインのマイグレーション例)

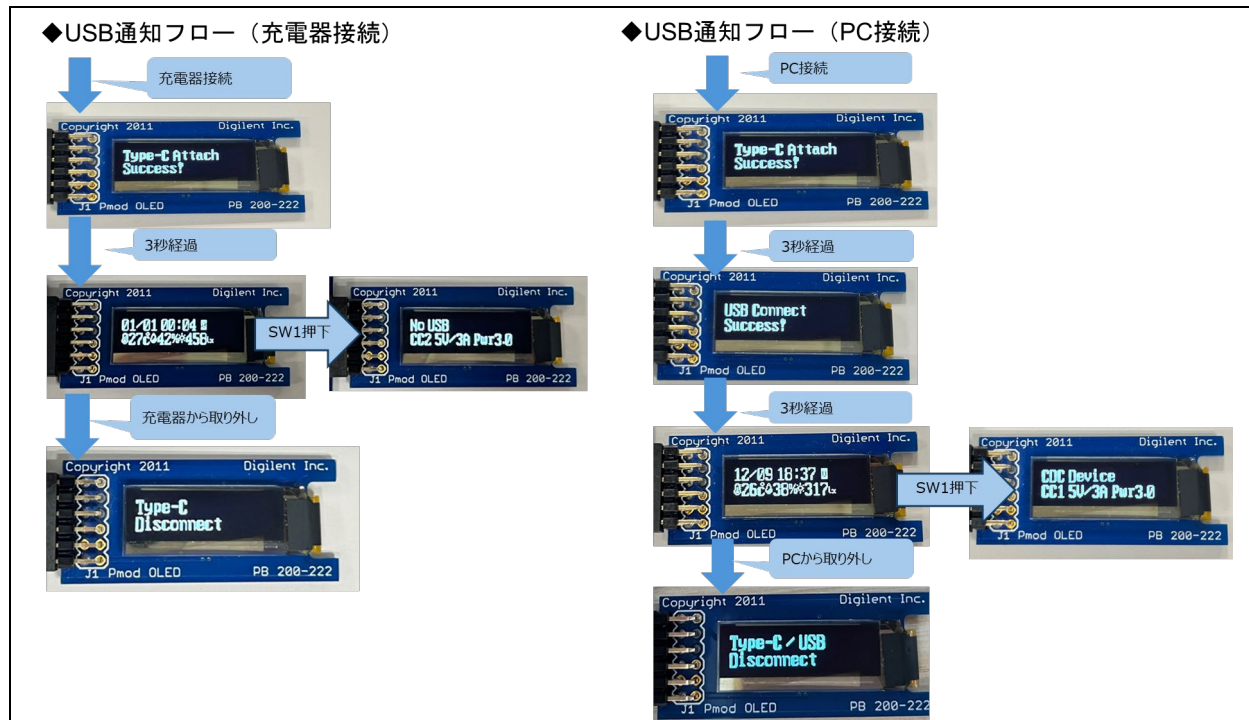


図 4-16 USB 通知フロー例（充電器接続および PC 接続）

#### 4.8.4 フォントデータ

ASCII コード 0x20~0x86 を 8x16 ドットの大きさにフォントデータを作成していません。0x20 はスペース(空白)で 0x80~0x86 を各アイコンに割り当てています。

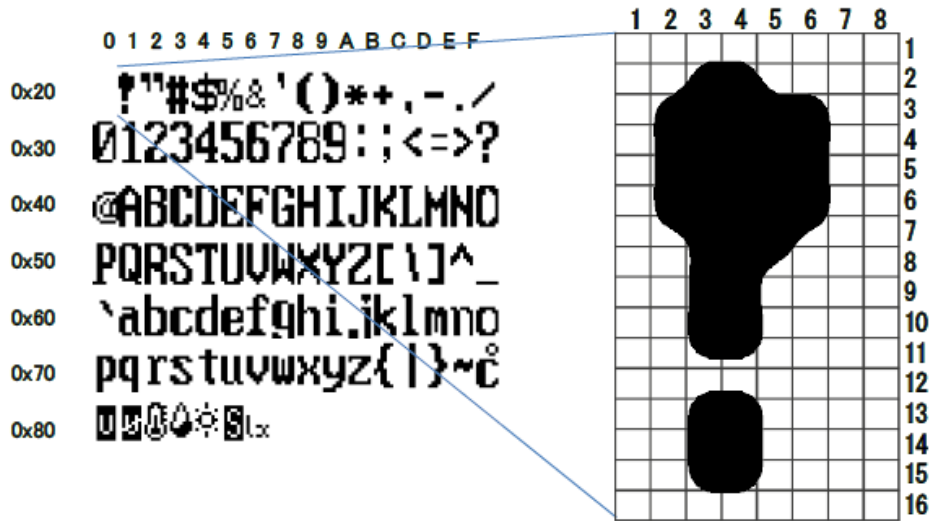


図 4-17 本システムで定義したフォントデータ

フォントデータは `ssd1306.c` で定義しています。本フォントでは、1 文字 (1 グリフ) を上下 8 バイトずつ、合計 16 バイトで表現しています。

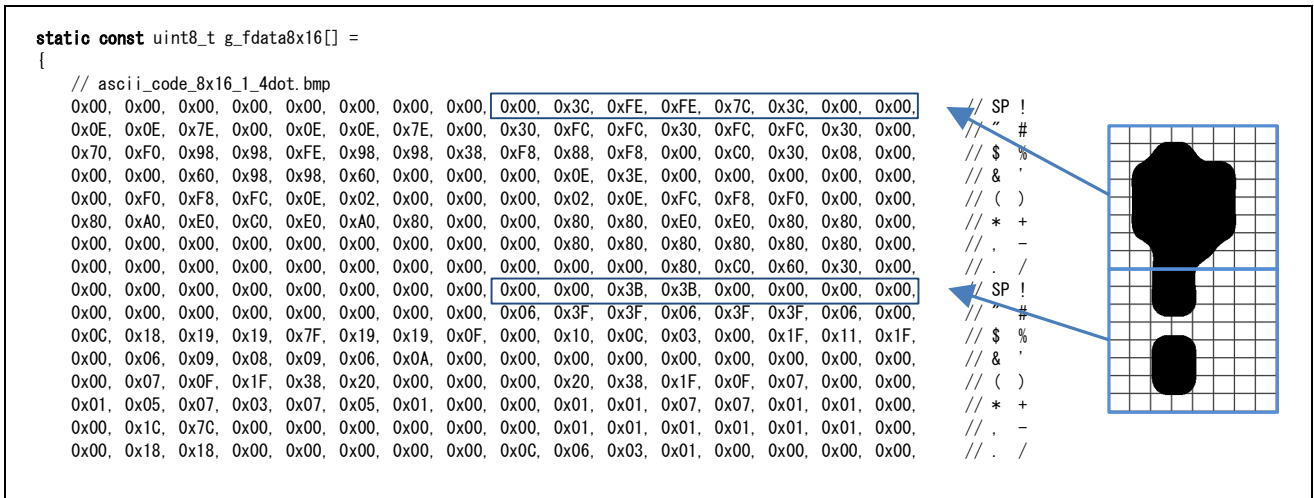


図 4-18 フォントデータの並び

#### 4.8.5 表示アイコン

本システムでは、7 種類のアイコン（8x16 ドット）を使用します。








項目	アイコン	幅	高さ	備考
1		8	16	USB Type-C 接続状態
2		8	16	USB Type-C 未接続状態
3		8	16	日時設定モード(Setting mode)時に表示
4		8	16	温度アイコン
5		8	16	湿度アイコン
6		8	16	照度アイコン
7		8	16	照度の単位ルクス

図 4-19 表示するアイコンの種類と役割

日時、温湿度、照度表示画面などでアイコンが表示される例です。USB 未接続状態、温度、湿度、照度、ルクスのアイコンが表示されています。

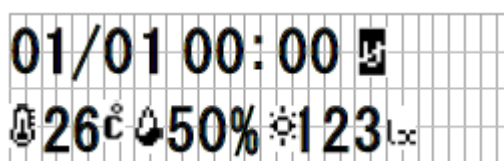


図 4-20 アイコンの表示例

#### 4.8.6 OLED 描画フロー

1 画面は PAGE0~3 の VRAM 512 バイトで構成されています。同じ大きさのイメージバッファをプログラムで `uint8_t rambuffer[512]` と定義しています。

`rambuffer` から OLED VRAM へデータ転送することで OLED へ表示されます。

OLED 表示シーケンスでは、`case` 文で示されるモードによって、`rambuffer` へ 1 画面分の表示データを設定します。OLED 表示シーケンスで `rambuffer` へ設定されたデータは、次ページで説明する OLED 転送シーケンス処理によって実際に OLED 画面へ表示します。

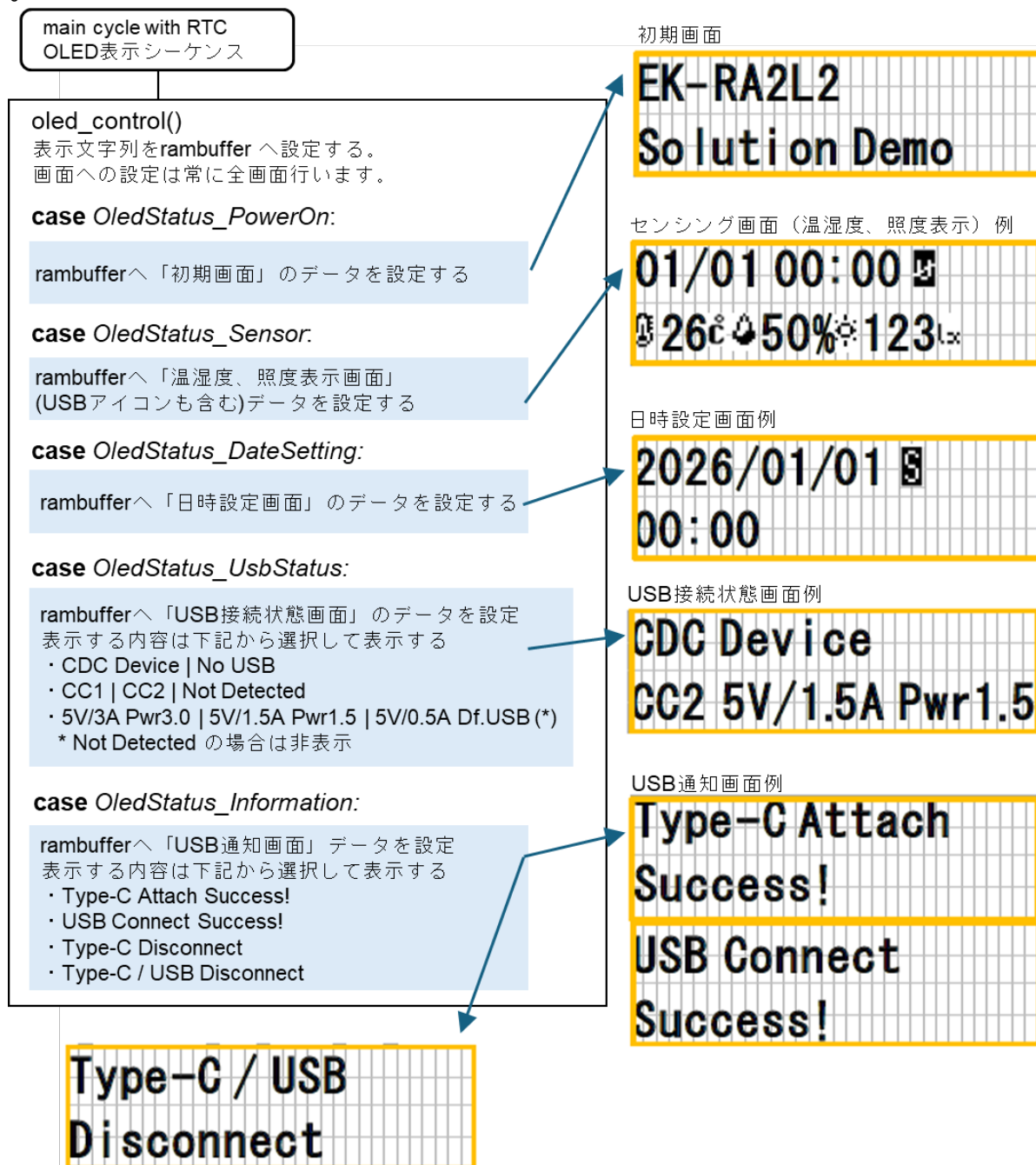


図 4-21 文字列の表示例

OLED 表示シーケンスで rambuffer に設定された 1 画面分の表示データを OLED データ転送シーケンスで、実際に OLED 画面へ表示します。

3.4 項の図 3-6 OLED の VRAM 構成の通り、OLED 画面は 4 ページで 1 画面を構成しています。OLED 転送シーケンス `ssd1306_update_process()` は rambuffer で設定したデータを OLED 画面へ 1 ページ分 (1/4 画面) だけ転送を行います。この関数 `ssd1306_update_process()` を 4 回呼ぶことで OLED 1 画面の描画が完成します。

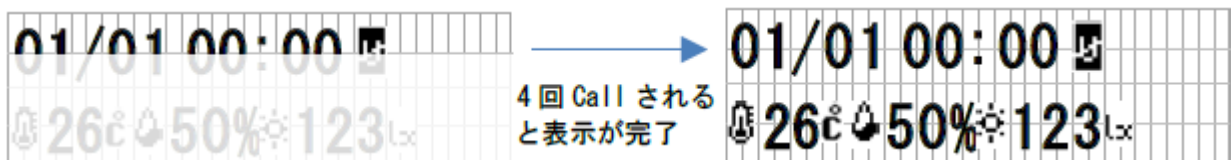


図 4-22 OLED データ転送シーケンスを 4 回 Call した場合

図 4-23 では、1 ページ分 (1/4 画面) のデータ転送について説明します。

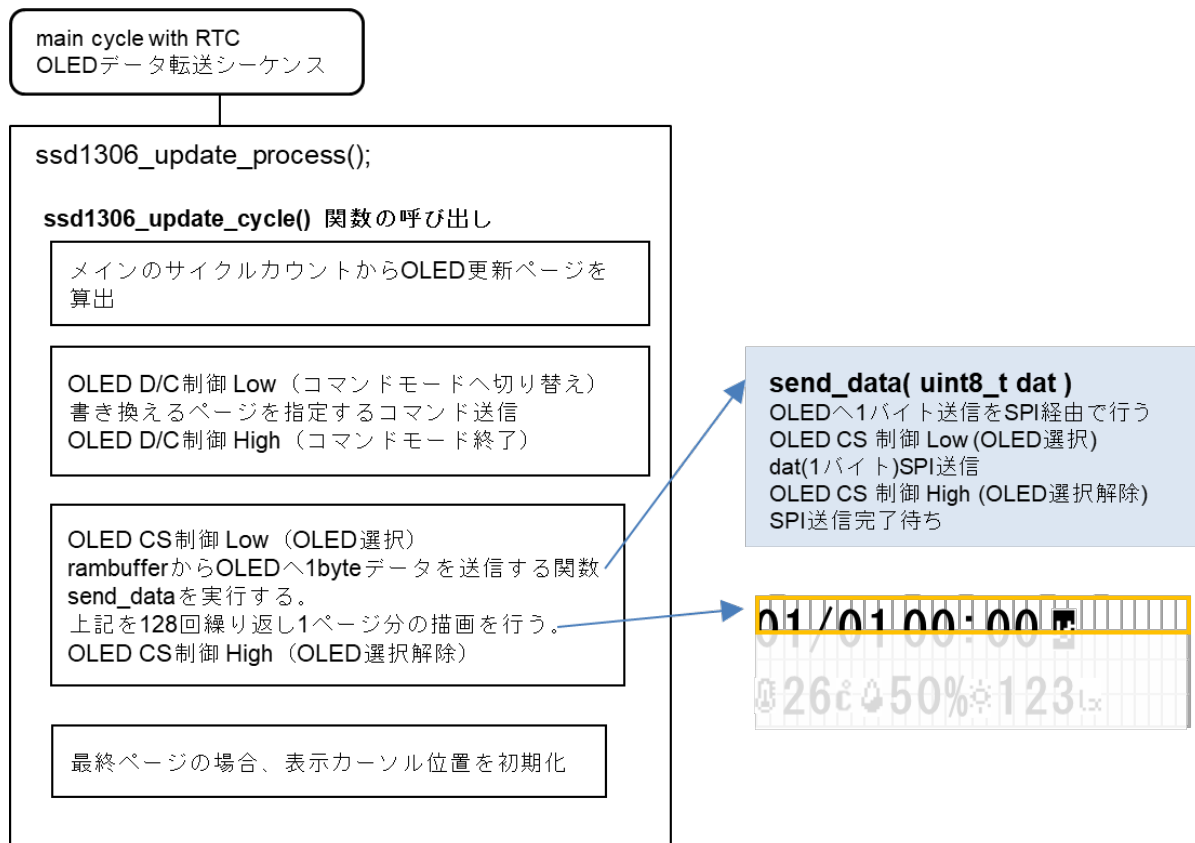


図 4-23 OLED データ転送シーケンス (PAGE0 のみの表示例)

## 4.9 温湿度センサ管理

本システムでは、ルネサス製温湿度センサ (HS4001) を使用しています。本サンプルコードでは、温湿度センサ制御用ドライバとして、FSP の HS400X 用ドライバをそのまま使用しています。

センシングデモモード中は 1 秒周期で温湿度センサから計測結果を取得します。温湿度センサの計測結果は他ブロックから整数部、小数部それぞれを int8\_t 型で取り出せます。また温湿度センサの計測結果は直近の計測結果のみ取り出せます。

### 4.9.1 処理構成

温湿度センサ制御の処理構成を図 4-24 に示します。

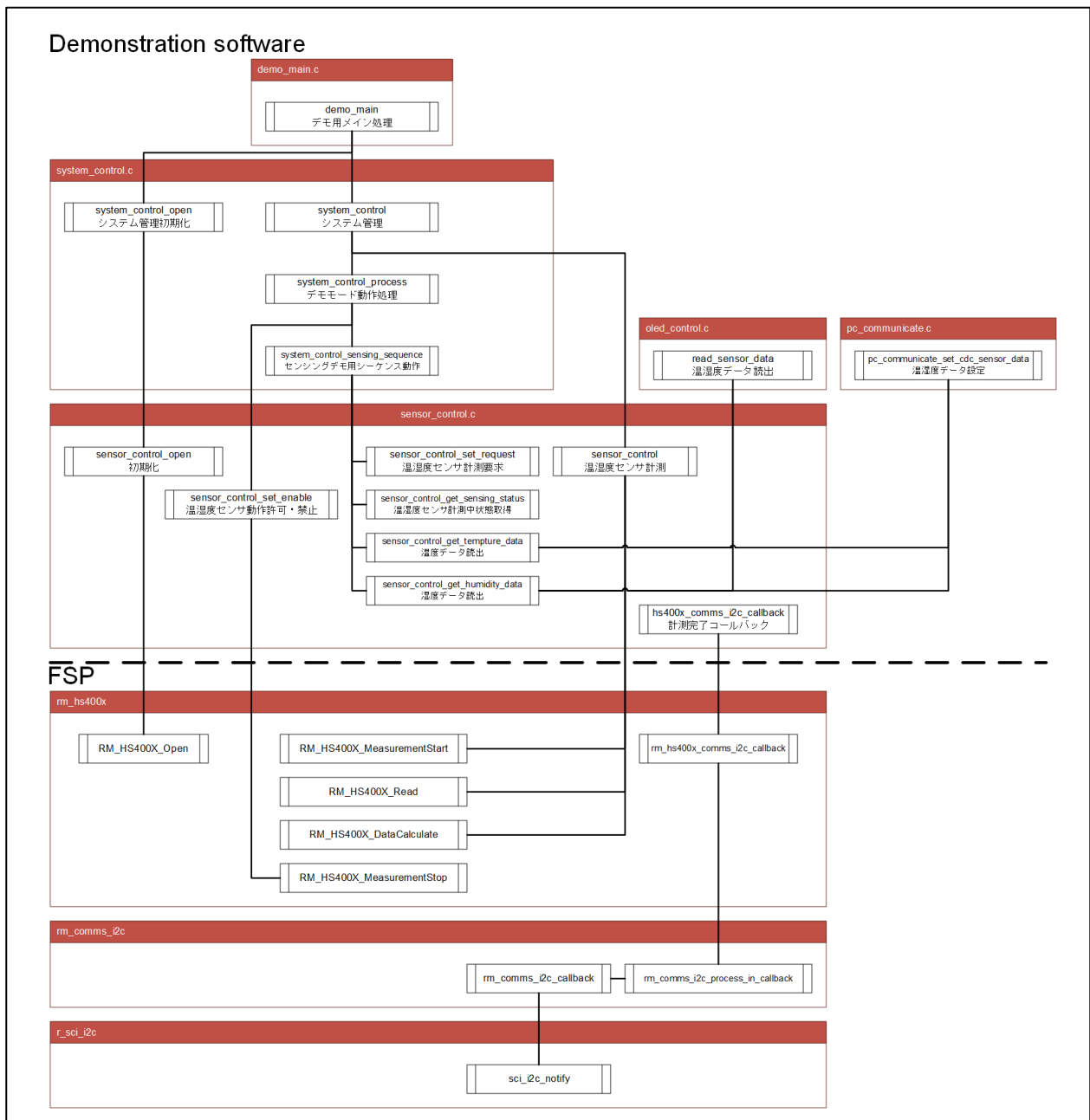


図 4-24 温湿度センサの処理構成

#### 4.10 光センサ管理

本システムでは、ルネサス製光デジタルセンサ (ISL76682) を使用しています。

センシングデモモード中は 1 秒周期で光センサから照度の計測結果を取得します。光センサの計測結果として直近の計測結果および、5 秒間の最大値、最小値、平均値を取り出すことが可能です。

また、ISL76682 のレジスタ設定は表 4-6 の通り設定しています。

表 4-6 ISL76682 のレジスタ設定

Addr	Reg Name	Bit	Parameter	Operation
00h	COMMAND	RANGE0	1	Range4 (Range 4 = 0.96 lux to 64,000 lux)
		RANGE1	1	
		RES0	0	Internal Timing, 16-bit ADC data output
		RES1	0	
		RES2	0	
		LIGHT	0	Ambient light sensing
		MODE	1	Continuous measurement
		EN	1	Enable the device
01h	DATA <sub>LSB</sub>	D0~D7	00h	Default
02h	DATA <sub>MSB</sub>	D8~D15	00h	Default

4.10.1 処理構成

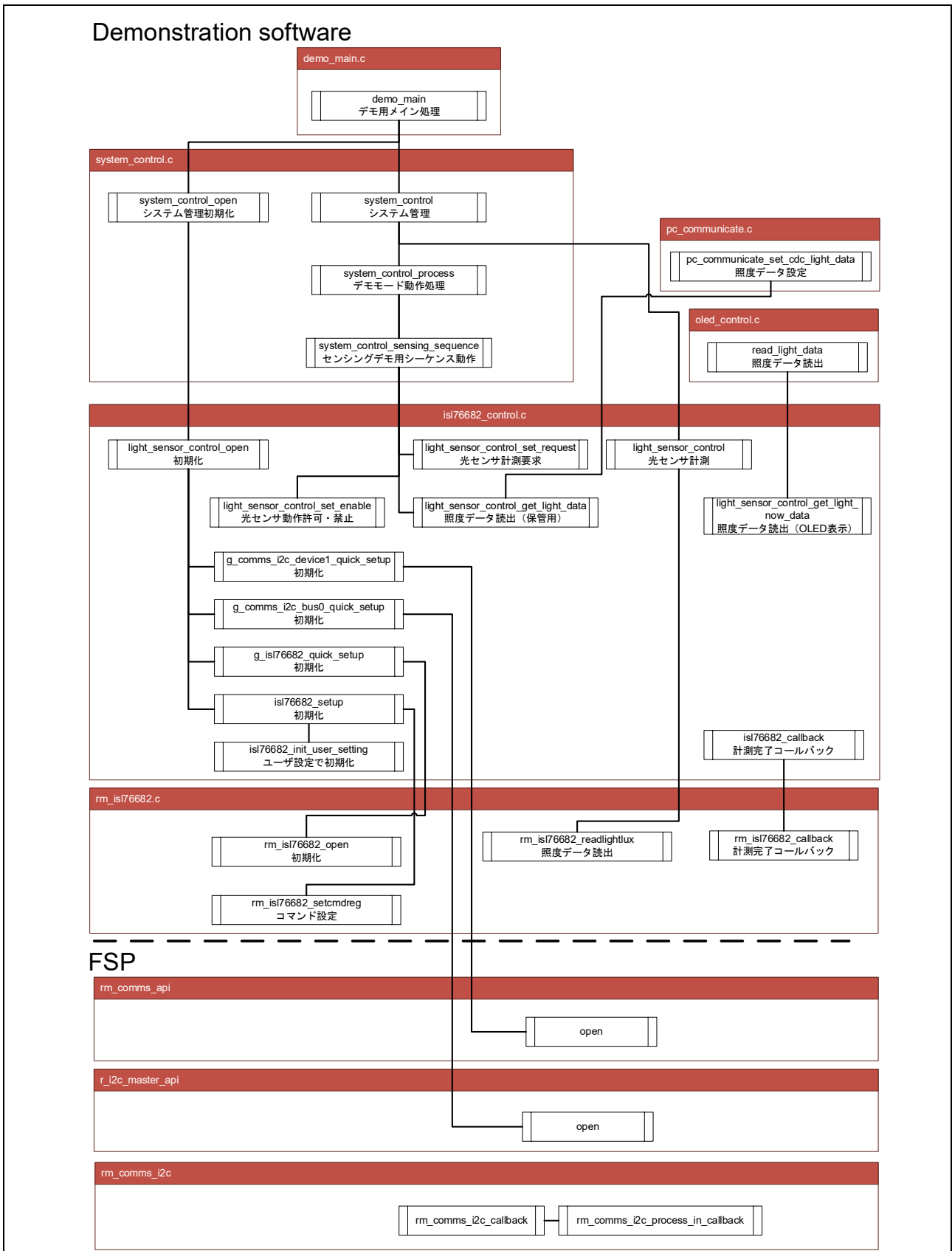


図 4-25 光センサの処理構成

## 4.11 データ管理

本サンプルコードでは、温湿度センサと光センサの計測データを 5 秒おきにデータフラッシュメモリに保存します。

温度及び湿度データは保存タイミングの直近 1 秒以内の計測データを保存し、照度データは 5 秒間の最大値、最小値、および平均値データを保存します。これらの保存データには保存タイミングの日付と時刻の情報が付与されます。

保存データは、古い順に読み出すことができます。ただし、一度読み出したデータを再度読み出すことはできません。また、日時設定の変更時は全保存データを消去します。

### 4.11.1 処理構成

データ管理の処理構成を図 4-26 に示します。

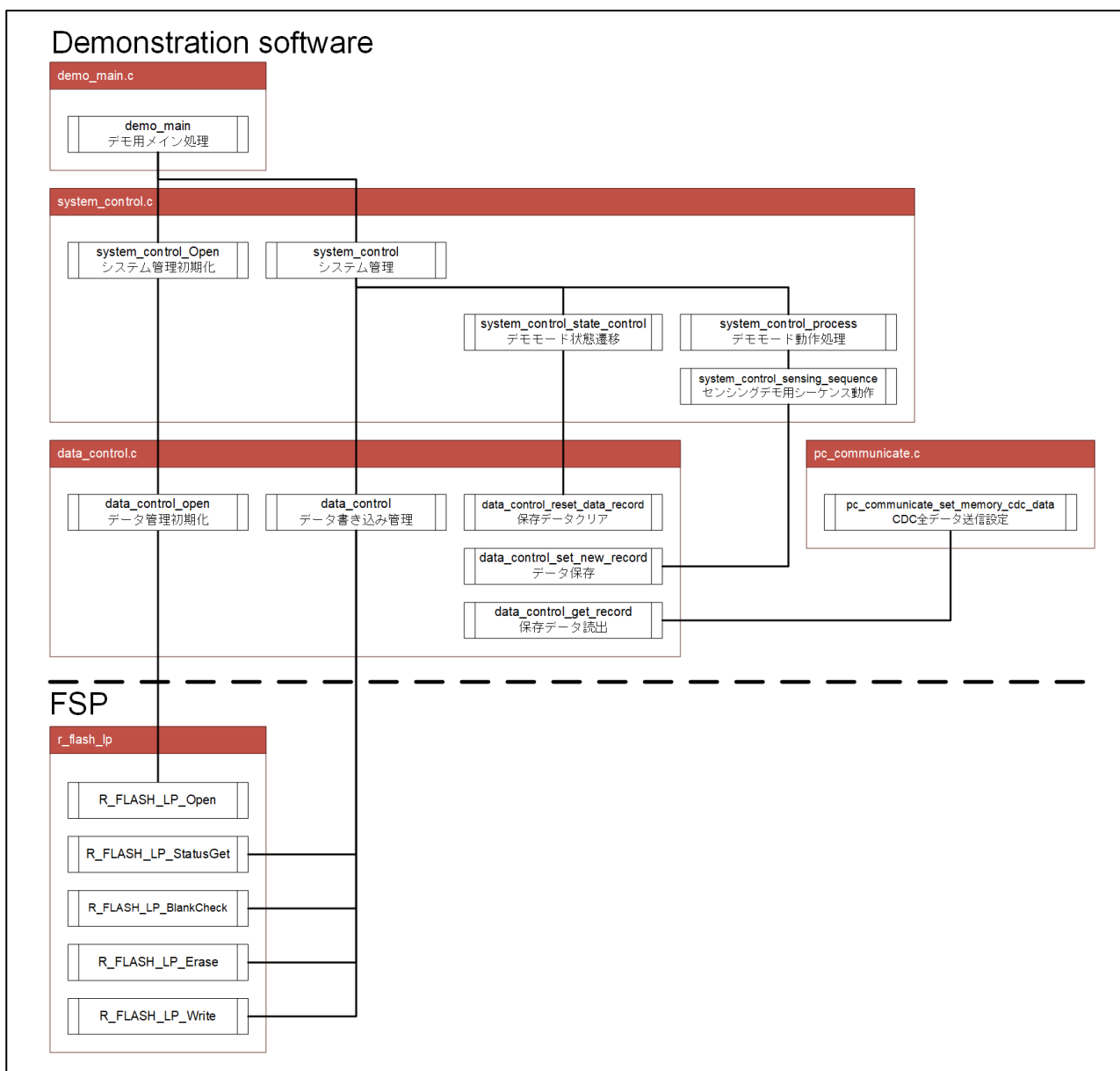


図 4-26 データ管理の処理構成

#### 4.11.2 保存データレコードフォーマット

保存データレコードフォーマットを表 4-7 に示します。

表 4-7 保存データレコードフォーマット

データ内容	データ型	データ長	データ範囲	備考
日付 (年)	uint8_t	1	0x00~0x99	BCD
日付 (月)	uint8_t	1	0x01~0x12	BCD
日付 (日)	uint8_t	1	0x01~0x31	BCD
日付 (時)	uint8_t	1	0x00~0x23	BCD
日付 (分)	uint8_t	1	0x00~0x59	BCD
日付 (秒)	uint8_t	1	0x00~0x59	BCD
温度 (整数部)	int8_t	1	-40~125	
温度 (小数部)	int8_t	1	-99~99	
湿度 (整数部)	int8_t	1	0~100	
湿度 (小数部)	int8_t	1	0~99	
照度 最大値 (整数部)	uint16_t	2	0~64000	
照度 最小値 (整数部)	uint16_t	2	0~64000	
照度 平均値 (整数部)	uint16_t	2	0~64000	
Dummy data	int16_t	2	0	Dummy
Dummy data	int16_t	2	0	Dummy
Dummy data	int16_t	2	0	Dummy

#### 4.11.3 データフラッシュメモリ構成

データフラッシュメモリ内のレコード配置はブロックの境界を跨がないように配置しています。データフラッシュメモリ配置構成を表 4-8 に示します。

表 4-8 データフラッシュメモリ配置構成

アドレス	ブロック	レコード ID	備考
0x000	0	0	
0x016		1	
~		~	
0x3DE		45	
0x3F4			
0x400	1	46	
0x416		47	
~		~	
0x7DE		91	
0x7F4			
0x800	2	92	
0x816		93	
~		~	
0xBDE		137	
0xBF4			
0xC00	3	138	
0xC16		139	
~		~	
0xFDE		183	
0xFF4			

#### 4.11.4 レコード管理

レコードを保存する際に、ブロックの先頭レコードであればブロックが空かどうかを確認し、空でなければブロック消去を行います。レコード管理の動作イメージを図 4-27 に示します。

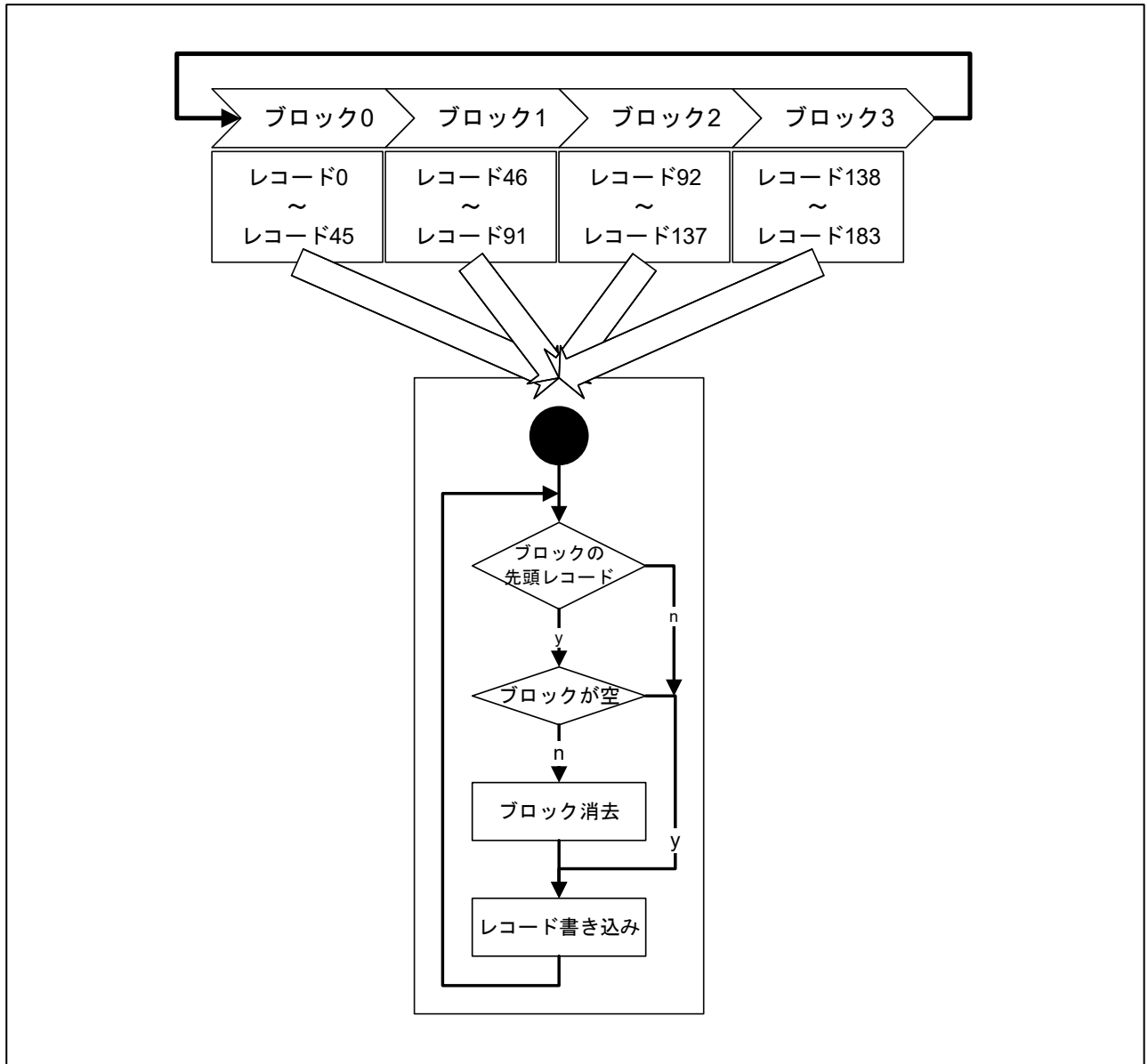


図 4-27 レコード管理動作イメージ

#### 4.11.5 読み出し管理

保存データは読み出しの度に最古のデータから順に読み出しを行います。保存データの読み出し済み状態を管理し、読み出し済みのデータは再度読み出されないものとします。

最新のデータまで読み出し済みの場合は、読み出しデータなし応答をするものとします。レコード保存の際に最古データを含むブロックを消去する場合は、未消去ブロックの最古位置のデータを最古データとします。

読み出し管理の動作イメージを図 4-28 に示します。

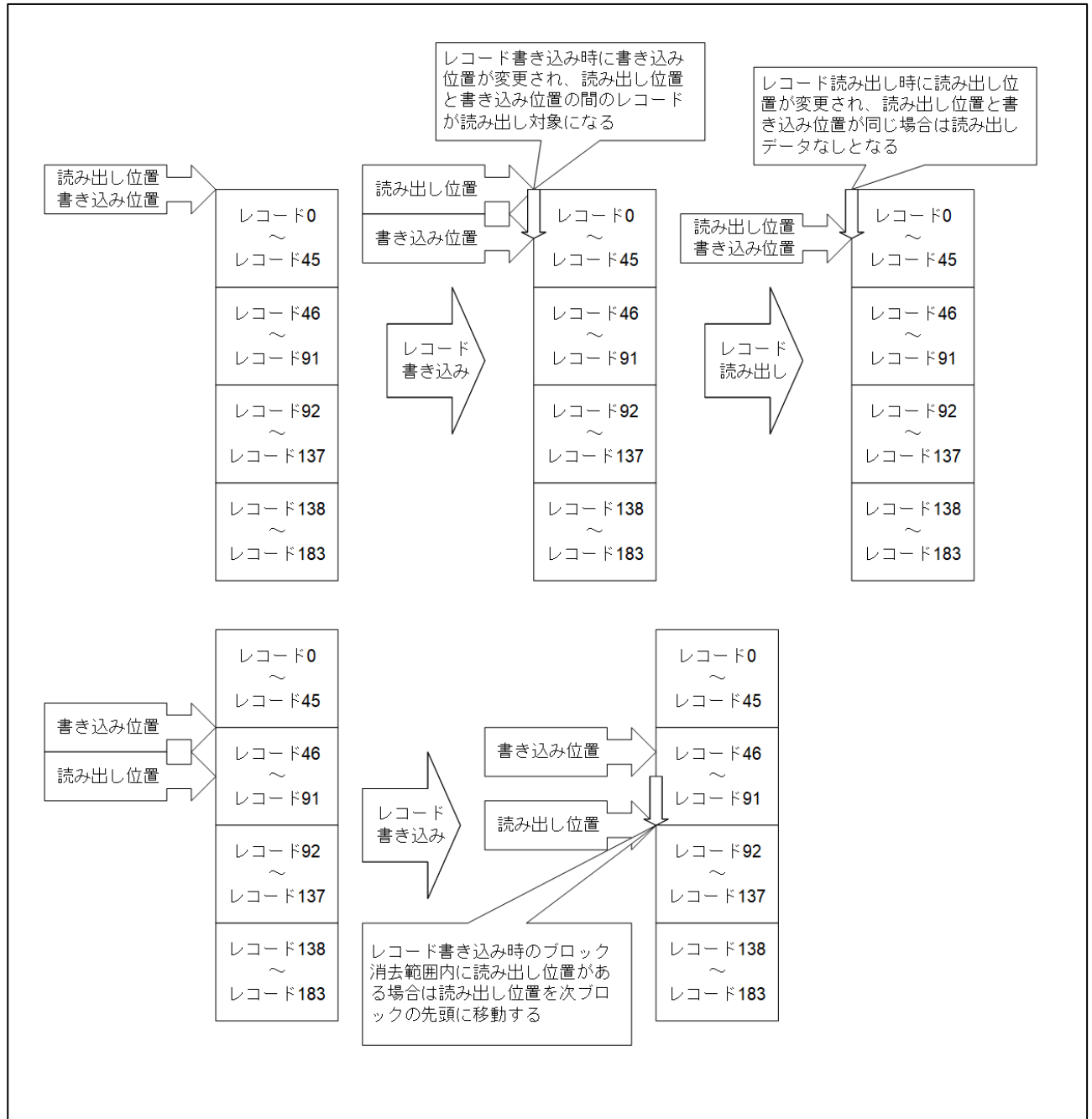


図 4-28 読み出し管理の動作イメージ

## 4.12 USB 管理

本システムにおける USB Type-C 及び USBFS ソフトウェア動作仕様を説明します。

### 4.12.1 処理構成

USB Type-C 及び USBFS 接続管理の処理構成を図 4-29 に示します。

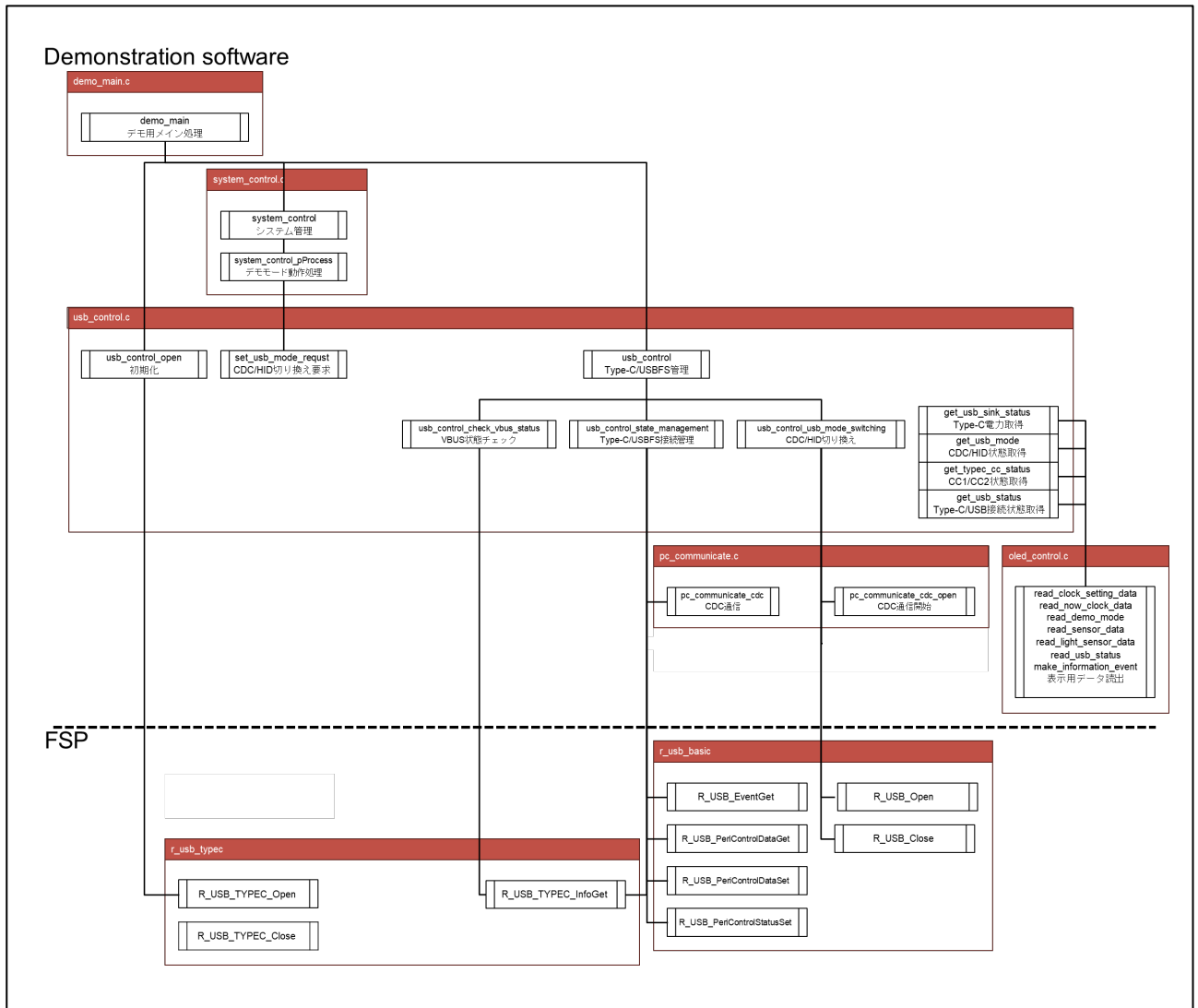


図 4-29 USB Type-C 及び USBFS 接続管理の処理構成

#### 4.12.2 接続状態管理

USB Type-C 及び USBFS 接続管理の状態遷移図を図 4-30 に示します。

USB Type-C の状態は、USB Type-C の接続状態と CDC の接続イベントで管理します。USB Type-C 未接続時の切り換え結果は USB Type-C 接続時に反映されます。

USB Type-C CC 検出動作は、FSP の USB-TYPEC(r\_usb\_typec)モジュールで行っています。USB-TYPEC(r\_usb\_typec)モジュールの詳細仕様は、FSP Documentation V6.3.0 の「USB TYPEC(r\_usb\_typec)」を参照ください。

また、FSP の USB(r\_usb\_basic)モジュールを用いて USBFS 接続動作（エnumレーション動作）を行っています。USB(r\_usb\_basic)モジュールの詳細仕様は FSP Documentation V6.3.0 の「USB(r\_usb\_basic)」を参照ください。

- ・ [FSP Documentation V6.3.0](#)

ダウンロードした Zip ファイルを展開し以下のファイルを開けてください。

- Top page

¥fsp\_documentation\_v6.3.0¥fsp\_documentation¥v6.3.0¥fsp\_user\_manual\_v6.3.0¥  
**index.html**

- USB-TYPEC(r\_usb\_typec)モジュール

¥fsp\_documentation\_v6.3.0¥fsp\_documentation¥v6.3.0¥fsp\_user\_manual\_v6.3.0¥  
**group\_\_u\_s\_b\_\_t\_y\_p\_e\_c.html**

- USB(r\_usb\_basic)モジュール

¥fsp\_documentation\_v6.3.0¥fsp\_documentation¥v6.3.0¥fsp\_user\_manual\_v6.3.0¥  
**group\_\_u\_s\_b.html**

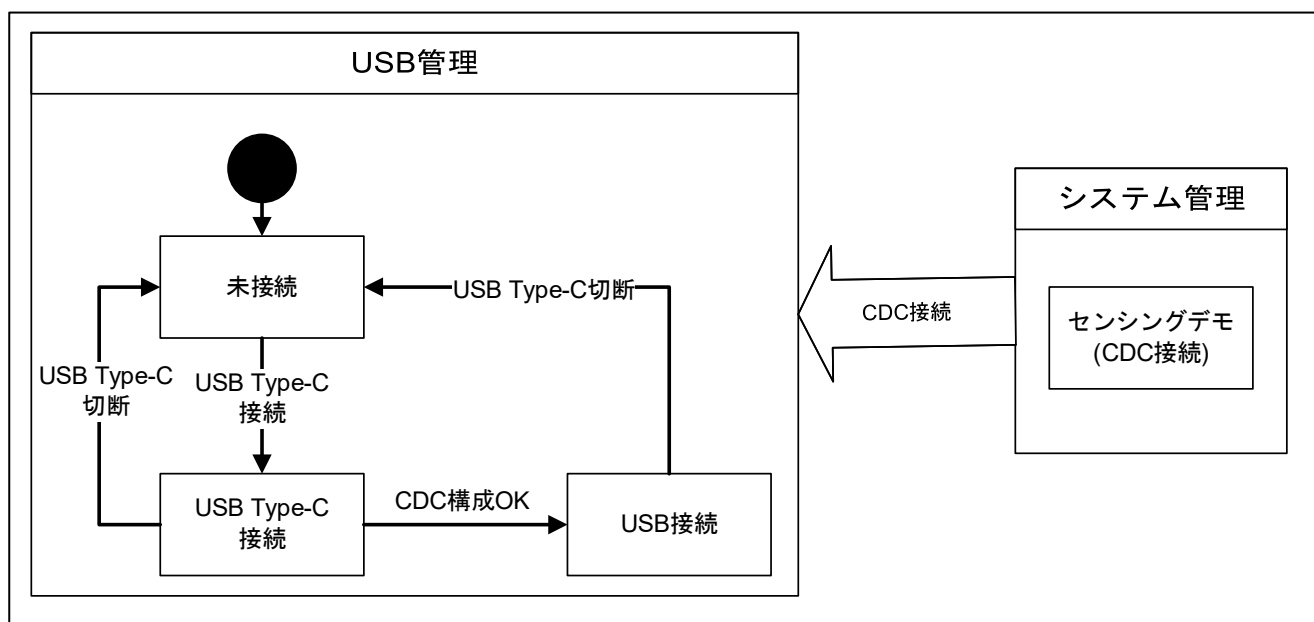


図 4-30 USB Type-C 及び USBFS 接続管理の状態遷移

### 4.13 PC アプリとの通信

センシングデモモード中はデモ用 PC アプリと CDC で通信を行います。日時設定中は PC との通信は行わないものとします。

#### 4.13.1 処理構成

PC アプリとの通信における処理構成を図 4-31 に示します。

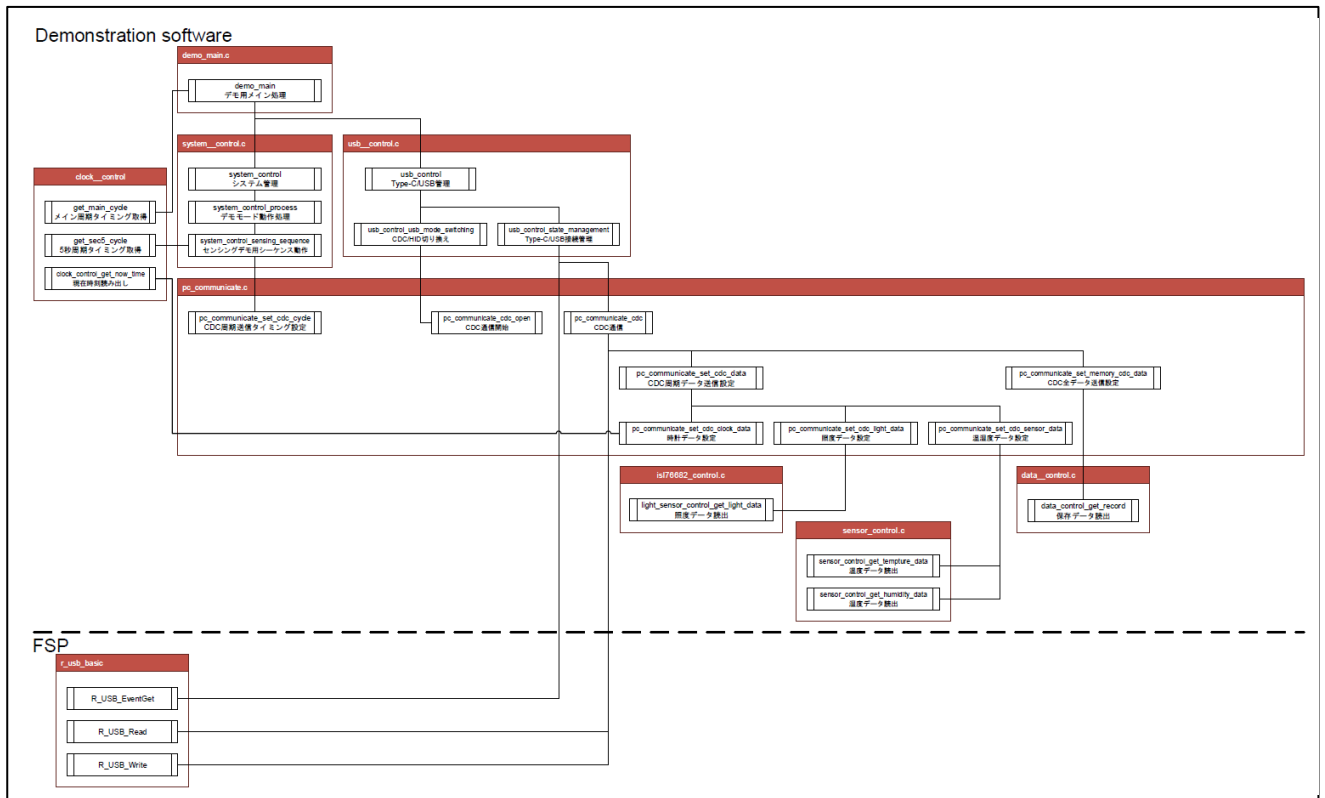


図 4-31 PC アプリとの通信における処理構成

#### 4.13.2 CDC 通信

通信開始コマンドを受信した場合は、通信停止コマンドを受信するまで 5 秒周期でデータ送信を行います。全データ読み出しコマンドを受信した場合は、データ管理の読み出しデータがなくなるまで読み出し順にデータ送信を行います。CDC 通信の状態遷移を図 4-32 に示します。

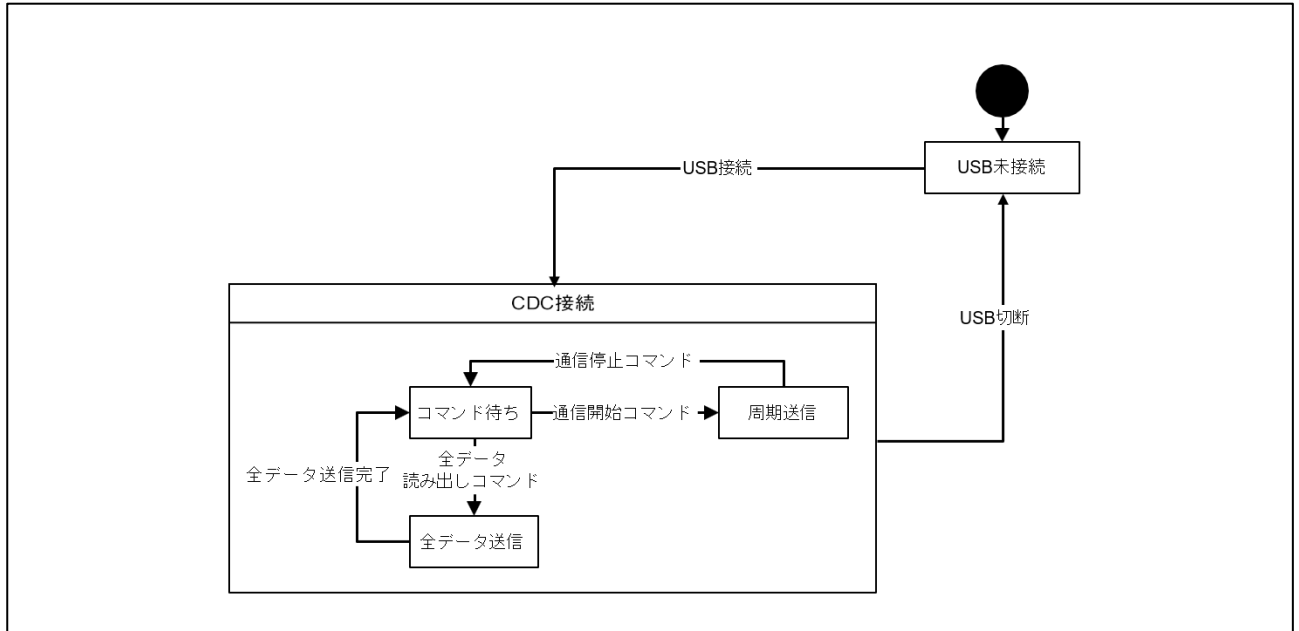


図 4-32 CDC 通信の状態遷移

### 4.13.3 周期送信

通信開始コマンド受信後は通信停止コマンドを受信するまで5秒周期でPCにデータを送信します。送信データには、RTCから取得した日時 (a)、温湿度センサ管理から取得した計測結果 (b)、光センサ管理から取得した計測結果 (c) を使用します。周期送信の状態遷移を図 4-33 に示します。

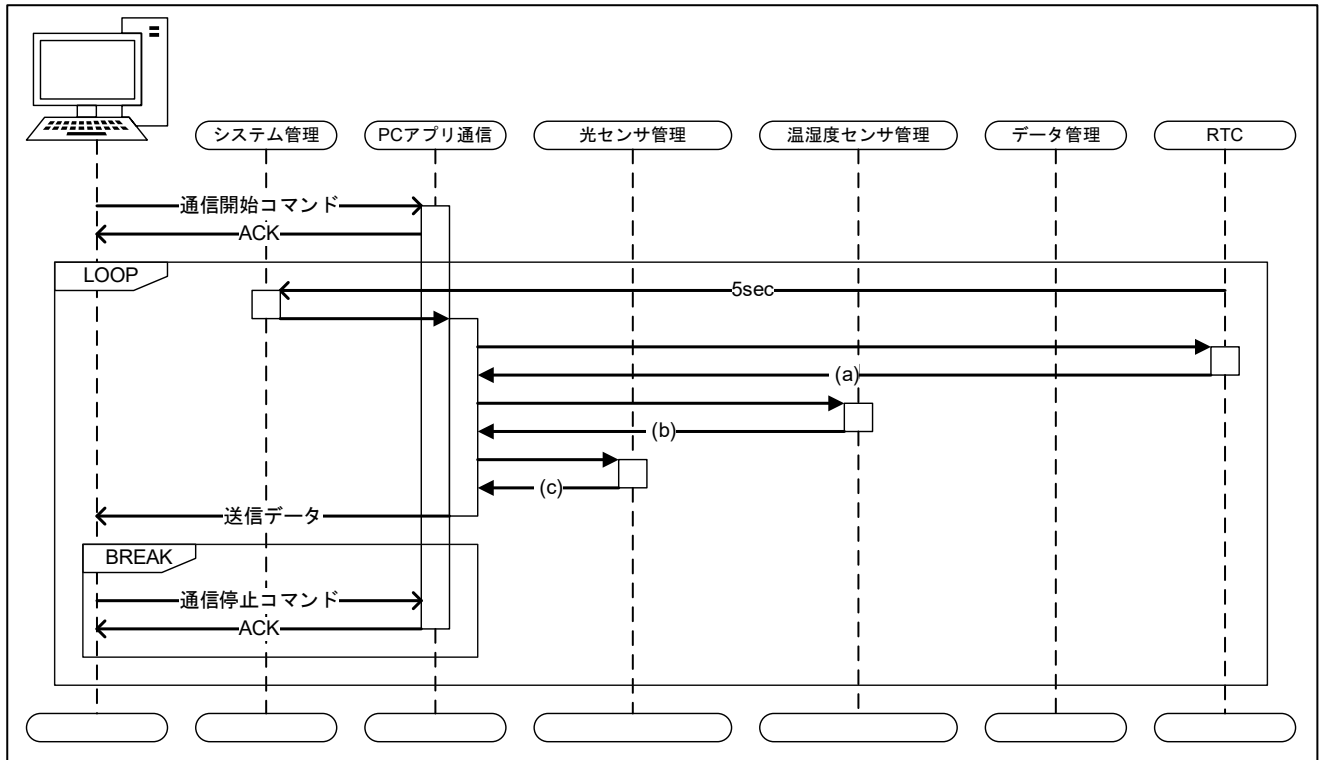


図 4-33 周期送信の状態遷移

#### 4.13.4 全データ送信

読み出しコマンド受信後、メイン周期で PC にデータを送信します。送信データにはデータ管理からレコードを読み出して使用します。データ管理から読み出せるレコードがなくなった場合、データ送信を終了する。「データ終了」は STX,ETX,コマンド以外を 0xFF にした送信データを送信します。全データ送信の状態遷移を図 4-34 に示します。なお、Main cycle は本システムのメイン周期を示しています。

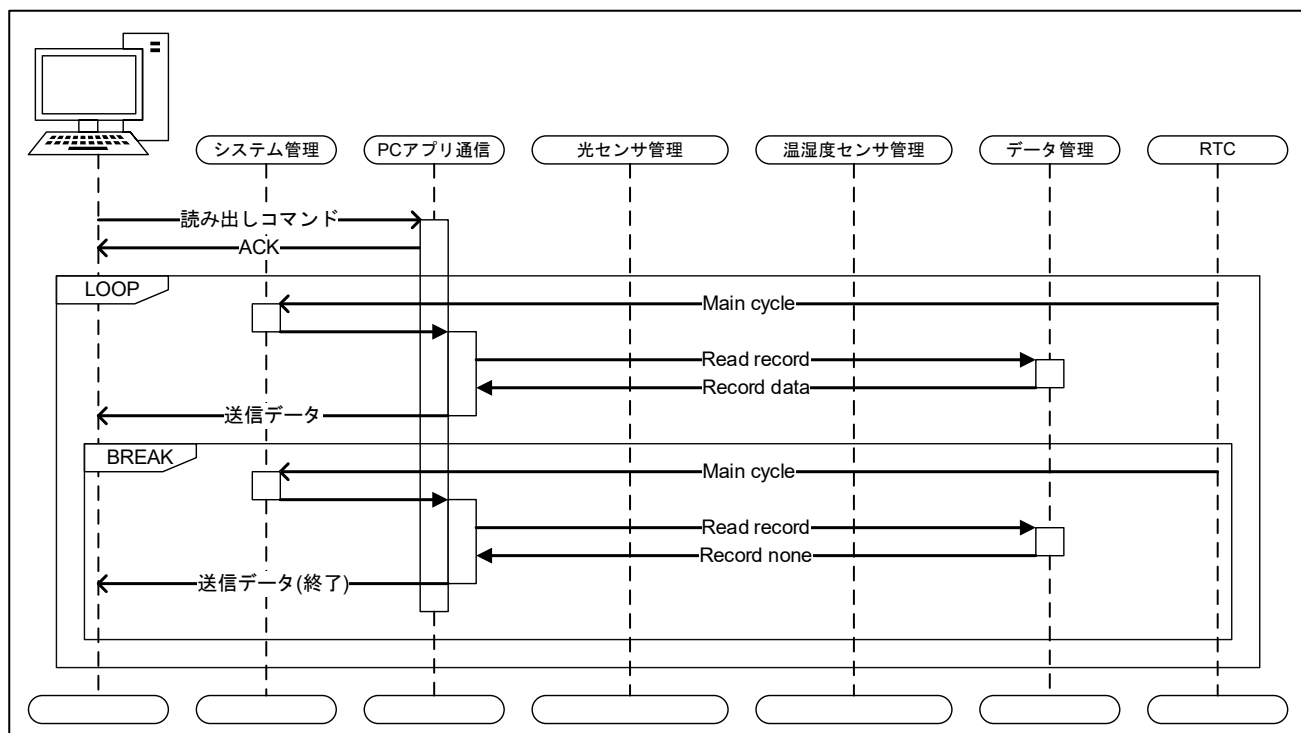


図 4-34 全データ送信の状態遷移

#### 4.13.5 受信コマンドフォーマット

受信コマンドフォーマット仕様を表 4-9 に示します。

表 4-9 受信コマンドフォーマット仕様

データオフセット (バイト)	内容	コマンド	備考
0	STX	0x02	
1	コマンド	0x30~0x32	0x30 : 通信開始コマンド 0x31 : 通信停止コマンド 0x32 : 読み出しコマンド
2	ETX	0x03	

#### 4.13.6 送信データフォーマット

送信データフォーマット仕様を表 4-10 に示します。

表 4-10 送信データフォーマット仕様

データオフセット (バイト)	内容	送信データ	備考
0	STX	0x02	
1	コマンド	0x5A	
2	年	0x00~0x99	
3	月	0x01~0x12	BCD
4	日	0x01~0x31	BCD
5	時	0x00~0x24	BCD
6	分	0x00~0x59	BCD
7	秒	0x00~0x59	BCD
8	温度	-40~125	整数部
9		-99~99	小数部
10	湿度	0~100	整数部
11		0~99	小数部
12~13	照度 最大値	0~64000	
14~15	照度 最小値	0~64000	
16~17	照度 平均値	0~64000	
18~19	Dummy	0	Dummy data
20~21		0	Dummy data
22~23		0	Dummy data
24	ETX	0x03	

#### 4.14 VBUS モニタ

本節では VBUS モニタの動作について説明します。VBUS モニタ機能を動作させることで、USB 開発支援ツール「QE for USB」を用いて VBUS 電圧及び VBUS 電流をモニタリングすることができます。QE for USB による VBUS モニタ使用方法は、7 章 QE for USB を使用した USB VBUS 電圧電流の確認手順をご参照ください。

##### 4.14.1 処理構成

VBUS モニタの処理構成を図 4-35 に示します。

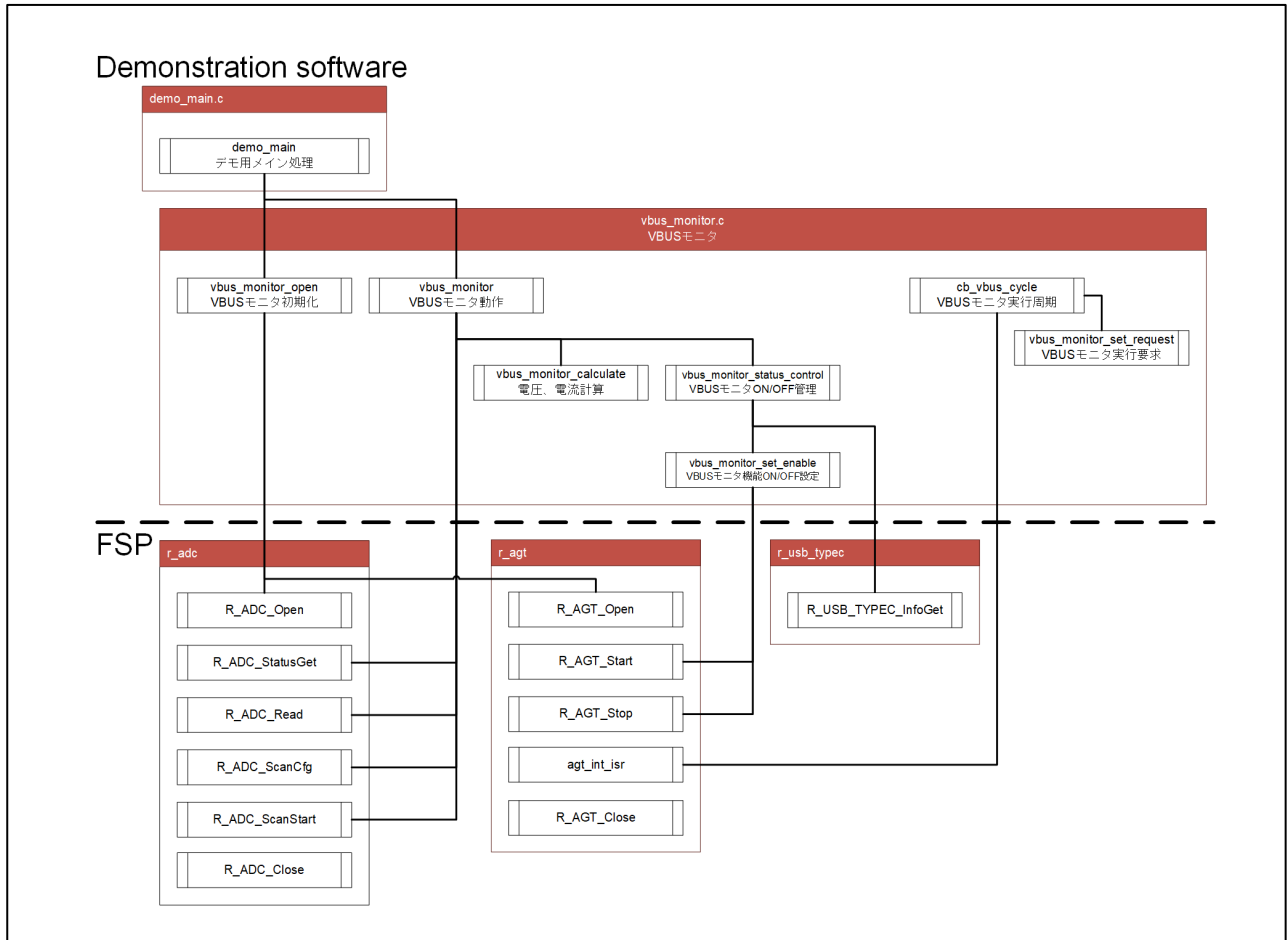


図 4-35 VBUS モニタの処理構成

#### 4.14.2 VBUS モニタ動作

USB 管理が VBUS ON 検出中は VBUS モニタ動作を行います。40ms 周期 (AGT) で VSENSE、ISENSE に割り当てられている ADC 端子の A/D 変換結果を計測します。VSENSE、ISENSE の計測は A/D 変換結果の 1 回読みで行い、VSENSE、ISENSE 計測結果を電圧値、電流値に計算してグローバルデータに保存します。なお VBUS モニタの停止中は電圧値、電流値は 0 とします。VBUS モニタの状態遷移を図 4-36 に示します。

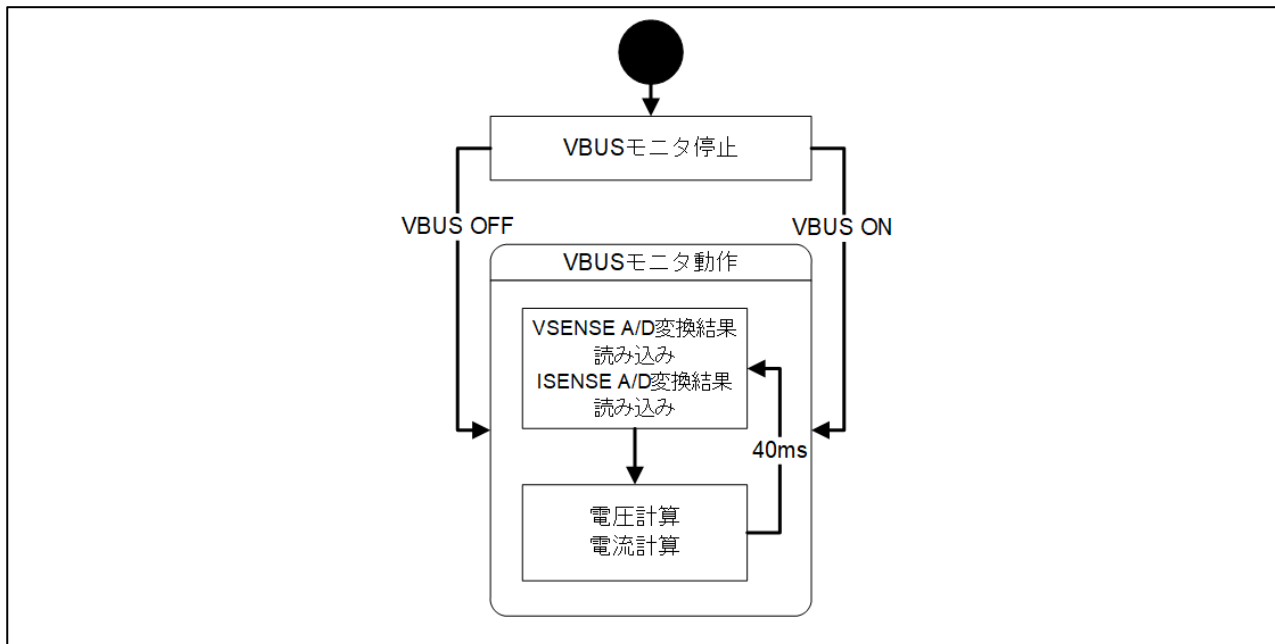


図 4-36 VBUS モニタの状態遷移

#### 4.14.3 VBUS 電圧、電流計算

VBUS 電圧値及び電流値の計算式は下記となります。電圧値と電流値を格納するデータ (変数) 仕様を表 4-12 に示します。

$$\text{電圧値} = \frac{\text{VSENSE A/D 変換結果} \times \text{基準電圧} \times 2}{\text{A/D 最大カウント}}$$

$$\text{電流値} = \frac{\text{ISENSE A/D 変換結果} \times \text{基準電圧}}{\text{A/D 最大カウント} \times 20 \times 0.05}$$

表 4-11 計算式で使用する値

項目	値	備考
基準電圧	3.3V	AVCC0
A/D 最大カウント	4095	12bit ADC

表 4-12 データ仕様

データ	データ名	データ型	備考
電圧値	g_VbusMonitor_VsenseData	uint16_t	mV 単位
電流値	g_VbusMonitor_IsenseData	uint16_t	mA 単位

#### 4.15 USB ベンダーID 及びプロダクト ID の設定

本サンプルコードでは、USB ベンダーID とプロダクト ID の記述箇所（図 4-37 の橙枠部分）を「r\_usb\_pcdc\_description.c」内に用意しています。デフォルトでは、ベンダーID とプロダクト ID は下記値が記述されておりますので、実際にお客様の機器で本サンプルコードを動作させる場合は、適切なベンダーID とプロダクト ID に変更してください。

```

/*****
 * File Name      : r_usb_pcdc_descriptor.c
 * Description    : Contains function definitions.
 *****/
/*****
 * Copyright (c) 2025 Renesas Electronics Corporation and/or its affiliates
 *
 * SPDX-License-Identifier: BSD-3-Clause
 *****/
/*****
 Includes <System Includes>, "Project Includes"
 *****/
#include "r_usb_basic.h"
#include "r_usb_basic_api.h"
#include "r_usb_basic_cfg.h"

/*****
 Macro definitions
 *****/
/* bcdUSB */
#define USB_BCDNUM (0x0200U)
/* Release Number */
#define USB_RELEASE (0x0200U)
/* DCP max packet size */
#define USB_DCPMAXP (64U)
/* Configuration number */
#define USB_CONFIGNUM (1U)
/* Vendor ID */
#define USB_VENDORID (0x0000U)
/* Product ID */
#define USB_PRODUCTID (0x0002U)

```

図 4-37 USB ベンダーID とプロダクト ID の記述箇所

#### 4.16 ROM、RAM 使用量

本サンプルコードの ROM、RAM 使用量を表 4-13 に示します。

- ・ 使用コンパイラ : GCC Arm Embedded 13.2.1.arm-13-7
- ・ コンパイラ最適化レベル : Optimize more (-O2)

表 4-13 メモリ使用量一覧

機能	ROM 使用量 (byte)	RAM 使用量 (byte)
メイン処理、システム管理、キー入力等	11330	2008
USB 管理+CDC 通信	23347	2573
センサ管理 (温湿度センサ管理、光センサ管理)	5034	80
データ管理 (保存、読み出し)	3593	34
OLED 表示	7914	594
合計	57785	5719

## 5. サンプルコード立ち上げ手順

本章では、本サンプルコードのプロジェクトファイルを e<sup>2</sup> studio 上でインポートし、ビルド実行するまでの手順を記載いたします。一連の手順は下記のとおりです。

- ① e<sup>2</sup> studio と FSP 最新版のダウンロード及びインストール
- ② サンプルコードのダウンロード
- ③ e<sup>2</sup> studio の起動～サンプルコードのプロジェクトファイルをインポート
- ④ ビルド実行

### 5.1 e<sup>2</sup> studio と FSP 最新版のダウンロード及びインストール

まずは下記 RA Flexible Software Package (FSP)の Web ページから最新の FSP プラットフォームインストーラをダウンロードしてください。

[Flexible Software Package \(FSP\) | Renesas ルネサス](#)

ダウンロードしたファイルを実行して、手順に沿って各インストール作業を進めてください。このインストール作業により、最新の e<sup>2</sup> Studio と FSP がインストールされます。

本アプリケーションノートでは下記バージョンの e<sup>2</sup> studio と FSP を使用しています。

- e<sup>2</sup> studio : e<sup>2</sup> studio 2025-12
- FSP : v6.3.0

### 5.2 サンプルコードのダウンロード

次に下記 EK-RA2L2 の Web ページからサンプルコードをダウンロードしてください。

[EK-RA2L2 - RA2L2 MCU グループ評価キット | Renesas ルネサス](#)

### 5.3 e<sup>2</sup> studio の起動～サンプルコードのプロジェクトファイルをインポート

e<sup>2</sup> studio を起動して「プロジェクトをインポート」を選択してください（図 5-1 参照）。

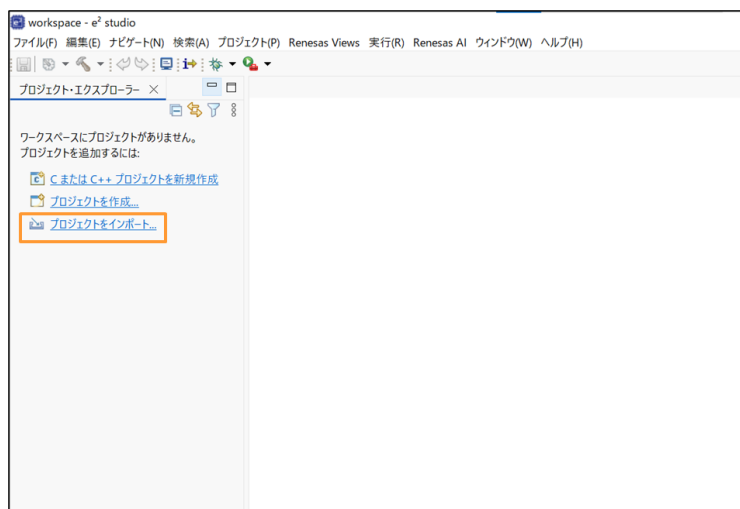


図 5-1 プロジェクトインポートの選択

ダウンロードしたサンプルコード一式のフォルダを選択し、サンプルコードのプロジェクトファイルをインポートしてください。

正常にプロジェクトファイルがインポートされたら、図 5-2 のようにサンプルコードの各フォルダが表示され、それぞれのソースファイルが確認できます。

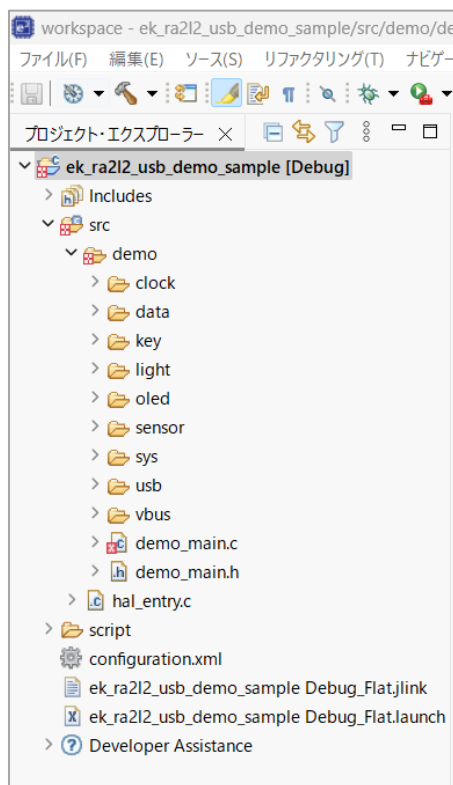


図 5-2 インポート完了後の e<sup>2</sup> studio 画面

## 5.4 FSP ピンコンフィグレーションのコード生成

図 5-3 FSP ピンコンフィグレーションのコード生成の通り、[configuration.xml]から FSP Configuration を開き、[Generate Project Content]を実行し、コードを生成します。

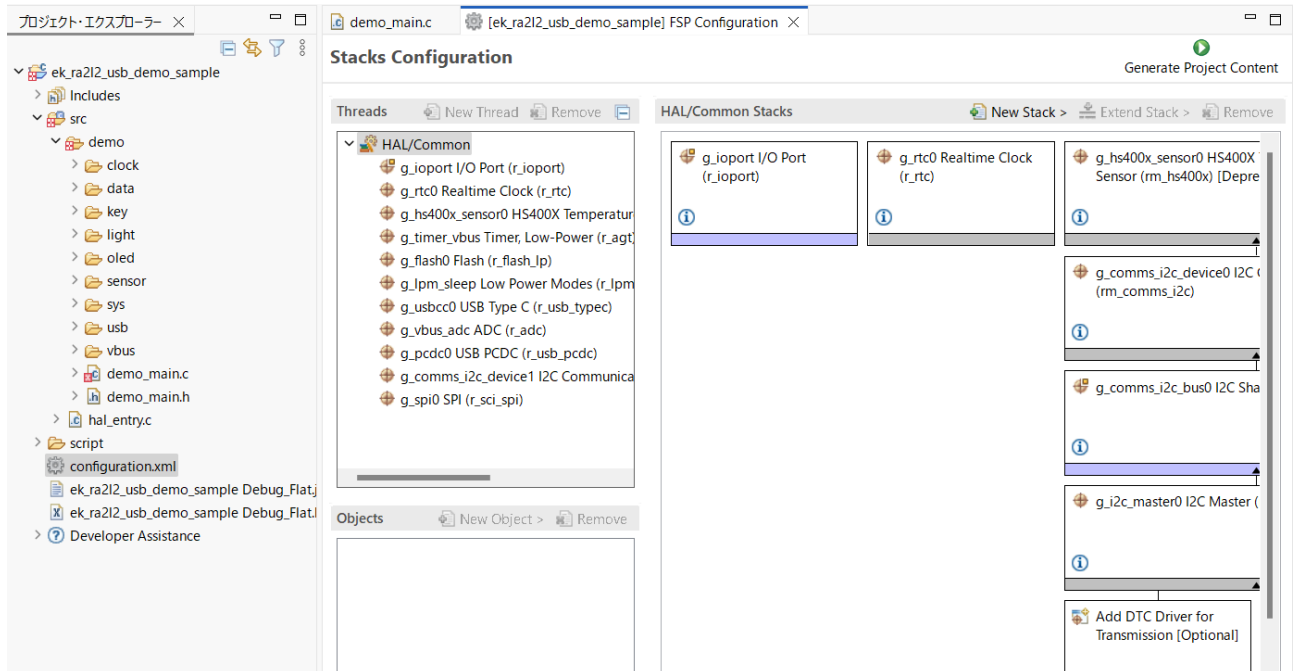


図 5-3 FSP ピンコンフィグレーションのコード生成

## 5.5 ビルド実行

図 5-4 のように、インポートしたプロジェクトファイルを選択して右クリックし、[プロジェクトのビルド]をクリックしてビルドを実行してください。

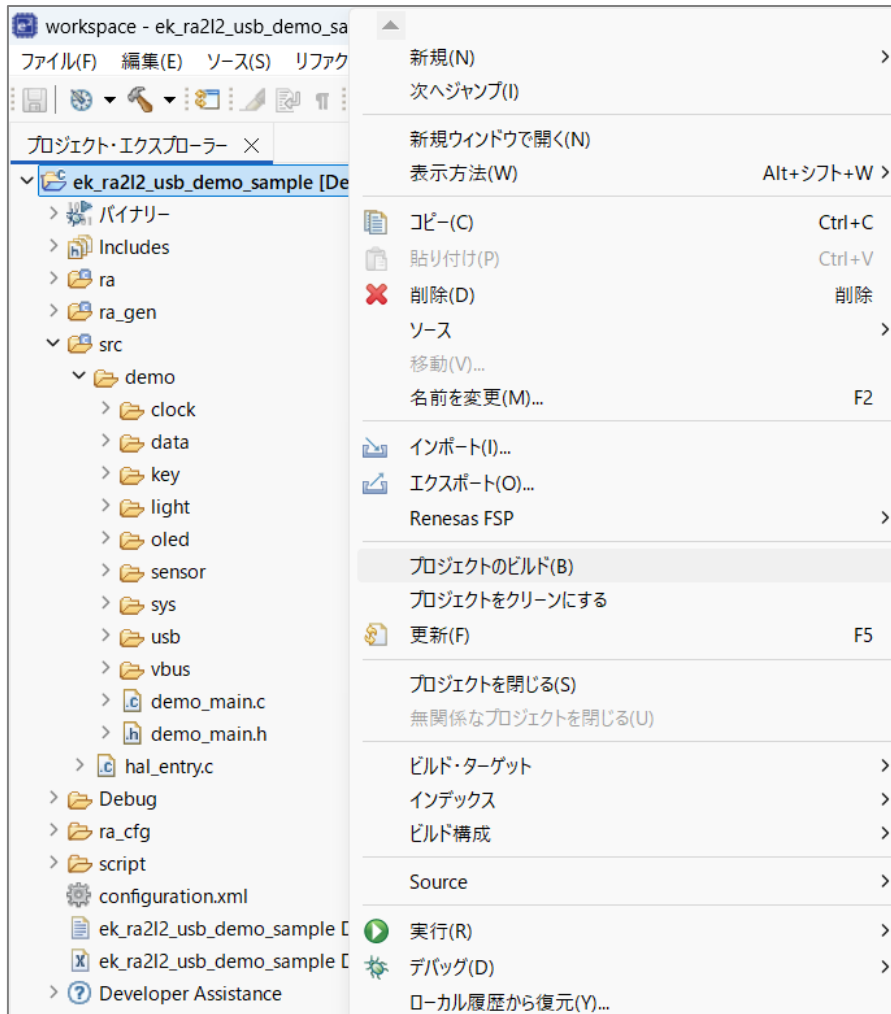


図 5-4 プロジェクトのビルド

図 5-5 のようにビルド結果（行数が多いので 2 分割しています）が表示されるとビルド成功となります。なお下記は初めてサンプルコードをビルドした時の表示結果で、2 回目以降はビルド時間及び表示内容は短縮されます。



## 6. PC デモアプリからのセンサデータモニタリング

本章では PC デモアプリのセンサデータモニタリング動作について説明します。電源投入後、PC とデモボードを接続すると、CDC デバイスとして USB 通信が可能です。PC と接続後に PC デモアプリを使用することで、センサデータをデモボードから PC へ送信し、取得したデータをグラフや表で可視化することができます。

### 6.1 PC デモアプリ起動

デモボードを PC と接続した後に PC デモアプリを使用することで、センサデータをデモボードから PC へ送信し、取得したデータをグラフや表で可視化することができます。

PC デモアプリ(zip ファイル)を解凍すると図 6-1 のファイル構成となります。

PCAppDemo.exe.WebView2	ファイル フォルダ
runtimes	ファイル フォルダ
AxInterop.WMPLib.dll	アプリケーション拡張
Interop.WMPLib.dll	アプリケーション拡張
Microsoft.Web.WebView2.Core.dll	アプリケーション拡張
Microsoft.Web.WebView2.WinForms.dll	アプリケーション拡張
Microsoft.Web.WebView2.Wpf.dll	アプリケーション拡張
PCAppDemo.application	Application Manifest
PCAppDemo.exe	アプリケーション
PCAppDemo.exe.config	CONFIG ファイル
PCAppDemo.exe.manifest	MANIFEST ファイル
PCAppDemo.pdb	PDB ファイル
RA2L2_DEMO_VIDEO_Rev1.0.mp4	MP4 ビデオ
System.CodeDom.dll	アプリケーション拡張

図 6-1 PC デモアプリのファイル構成

PC デモアプリ実行ファイル (PCAppDemo.exe)をフォルダ内に置いた状態で実行すると PC デモアプリが起動します。起動後は図 6-2 の初期画面が表示されます。PC デモアプリの起動はデモボードを接続する前でも可能です。

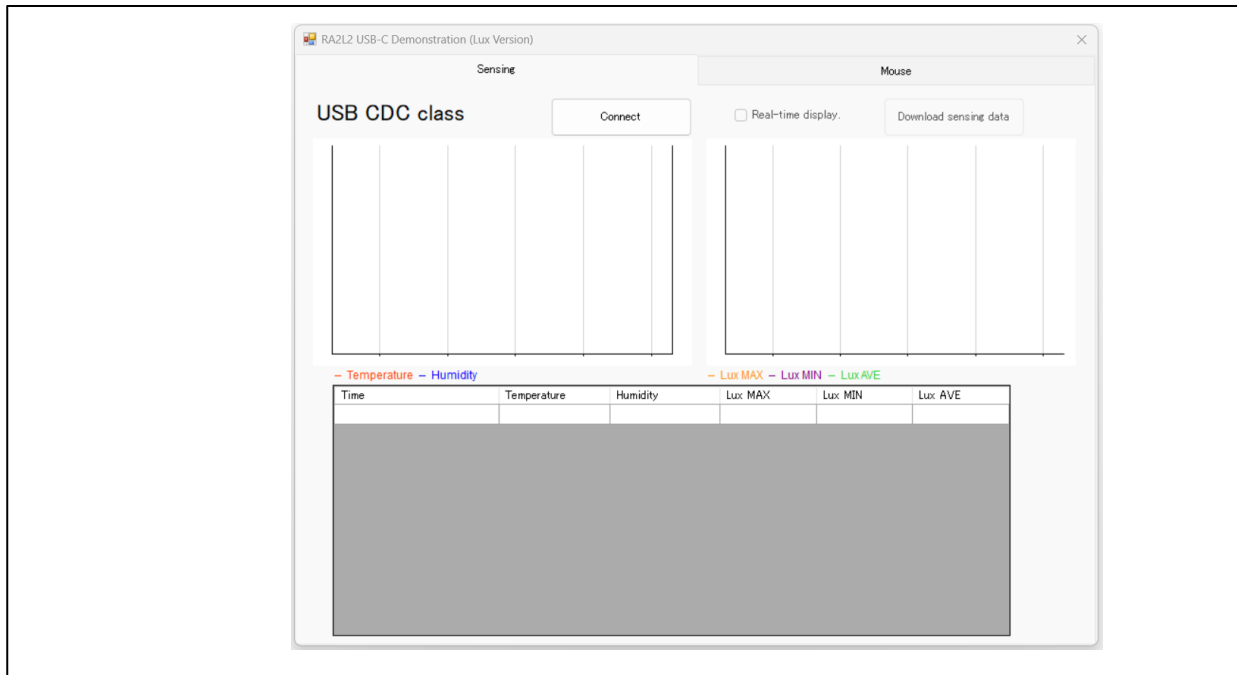


図 6-2 PC デモアプリ初期画面

## 6.2 センサデータのリアルタイム表示

デモボードを USB 接続した状態で、PC デモアプリ内の「Connect」ボタンを押下すると、Config ファイルに記述した USB ベンダーID とデバイス ID に該当するデモボードが接続されているか PC デモアプリが確認を行います。該当するデモボードが確認できた後に、PC デモアプリとボードは CDC で接続状態になり、「Connect」ボタンは「Disconnect」ボタンに切り替わります。この状態ではまだグラフや表でのセンサデータ表示は開始されません。なおデモボードを接続していない状態で「Connect」ボタンを押下すると、図 6-3 のように「Check the board connection.」のメッセージを表示します。

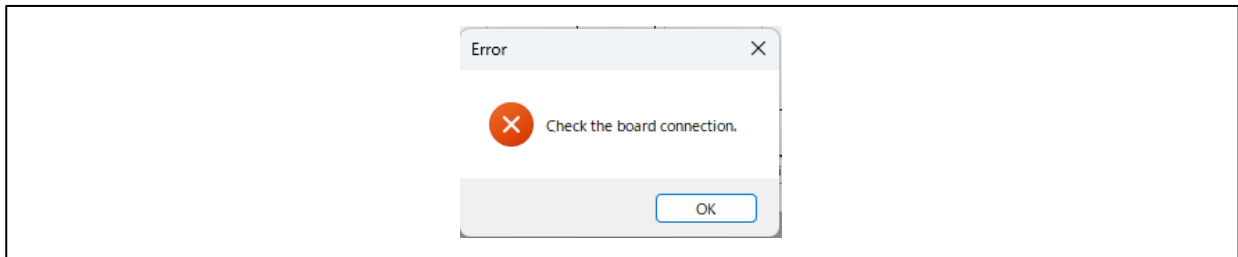


図 6-3 Connect 時のエラーメッセージ

次に「Real-time display」のチェックボックスにチェックを入れると、デモボードで取得した温湿度データ、照度データを 5 秒周期で読み出して表とグラフにリアルタイムで表示します。チェックボックスにチェックが入っている間は、読み出しを継続し、5 秒周期で表とグラフを更新します。チェックボックスのチェックを外すと、温湿度データ、照度データの取得は停止し、表とグラフの更新も停止します。また表とグラフに表示している状態で「Real-time display」のチェックボックスに再度チェックを入れると、表とグラフの表示内容はクリアされ、新しく取得したデータが表示されません。

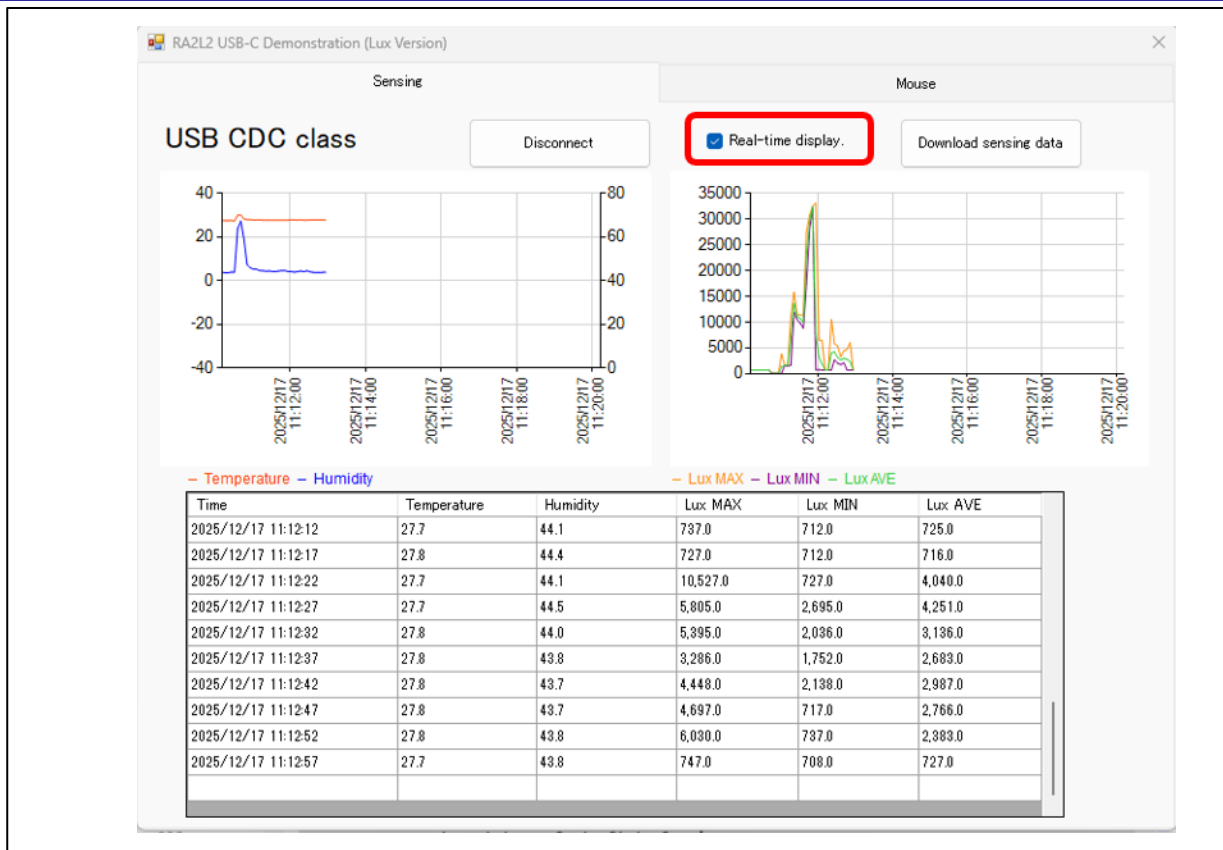


図 6-4 Real-time display 表示中の画面

### 6.3 センサデータのダウンロード表示

「Download sensing data」ボタンを押下すると、デモボードにストックしている温湿度データ、照度データを読み出して表とグラフに表示します。読み出しが完了すると、デモボードにストックされている温湿度データ、照度データはクリアされ、同じデータは読み出せなくなります。また表とグラフに表示している状態で「Download sensing data」ボタンを押下すると、表とグラフの表示内容はクリアされます。

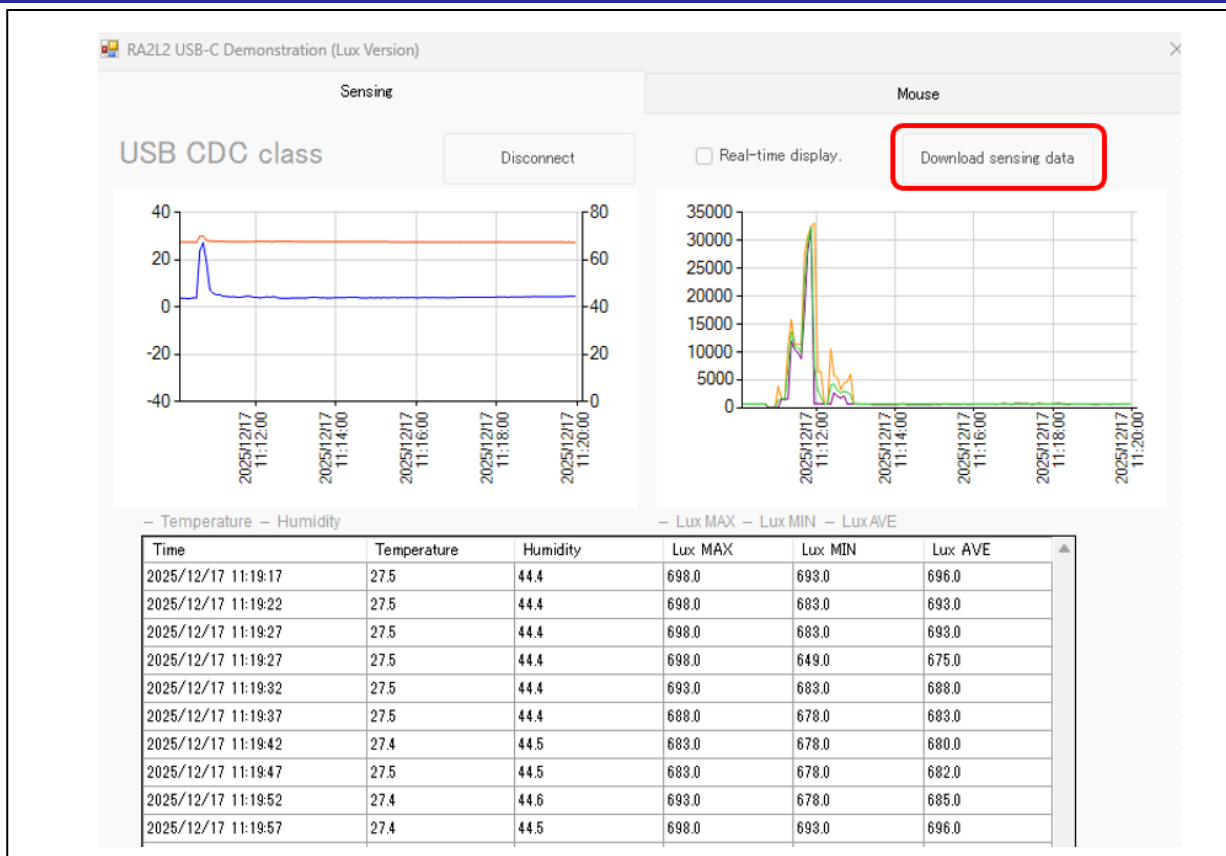


図 6-5 Download sensing data 表示中の画面

なお PC デモアプリ使用中も、デモボード側はセンシングデモモード動作を継続するので、OLED 表示は通常通り変化します。

#### 6.4 PC デモアプリの終了

PC デモアプリを終了する時は、アプリ画面右上の閉じるボタンを押して終了してください。なお Real-time display 動作中はチェックボックスを外してからアプリ画面を閉じてください。

## 7. QE for USB を使用した USB VBUS 電圧電流の確認手順

本章では USB 対応開発支援ツール「QE for USB」をインストールし、USB VBUS モニタを使用して EK-RA2L2 の USB VBUS 電圧電流の測定結果を確認する手順を記載いたします。

なお、QE for USB では下記のデバッグ機能を提供しており、USB システムのデバッグを簡単に行うことができます。各機能の詳細や使用方法は [QE for USB 使用ガイド \(R20AN0413\)](#) や QE for USB のリリースノートをご参照ください。

- USB ステート・チャート  
USB 接続(エニュメレーション)処理のステート遷移をリアルタイムに表示
- USB 設定レジスタ一覧  
USB の接続設定に関連するレジスタ値および説明を表示
- USB ディスクリプター一覧  
USB 接続(エニュメレーション)時に設定する設定値であるディスクリプタを一覧として表示
- USB Type-C 情報確認  
USB Type-C 接続に関する情報を MCU のレジスタ情報をもとにして画面表示
- USB VBUS モニタ  
USB VBUS 電圧電流の測定結果を画面表示

### 7.1 QE for USB 最新版のインストール

QE for USB を下記いずれかの手順でインストールしてください。詳細は QE for USB のリリースノートをご参照ください。

- e<sup>2</sup> studio の Renesas Software Installer からインストール
- 下記の QE for USB の Web から QE for USB をダウンロードしてインストール  
<https://www.renesas.com/software-tool/qe-usb-dedicated-tool-usb>

### 7.2 USB VBUS モニタビューでの USB VBUS 電圧電流の確認手順

e<sup>2</sup> studio の下記から USB VBUS モニタ (QE) ビューを表示してください。

[Renesas Views]メニュー→[Renesas QE]→[USB VBUS モニタ (QE) ビュー]

システムを起動後、USB Type-C ケーブルを接続し、プログラムを停止します。停止時の USB VBUS 電圧および電流の測定結果がグラフに表示されます。なお、QE for USB の USB VBUS モニタでは以下の変数の値をグラフに表示しています。

電圧: g\_VbusMonitor\_VsenseData

電流: g\_VbusMonitor\_IsenseData

# RA2L2 グループ EK-RA2L2 を用いた環境センサモニタリング (RA2L2 MCU USB Type-C リファレンスデザインのマイグレーション例)

本システムでの QE for USB の USB VBUS モニタを使用した USB VBUS 電圧電流の測定結果例を図 7-1 に示します。

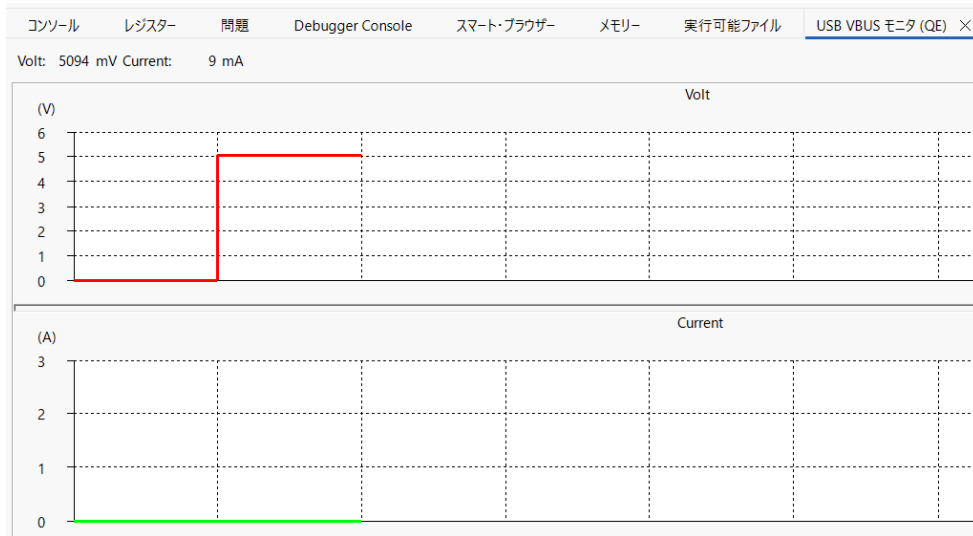


図 7-1 USB VBUS 電圧電流の測定結果例

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2026.3.9	-	初版

## 製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

### 1. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

### 2. 電源投入時の処置

電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

### 3. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

### 4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。

### 5. クロックについて

リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後、切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

### 6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 $V_{IL}$  (Max.) から  $V_{IH}$  (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 $V_{IL}$  (Max.) から  $V_{IH}$  (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

### 7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

### 8. 製品間の相違について

型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違えば、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が異なる製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

## ご注意書き

1. 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連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
  2. 当社製品または本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
  3. 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。
  4. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
  5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
  6. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。  
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等  
当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
  7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア/ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限りません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア/ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
  8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
  9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
  10. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
  11. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
  12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものとなります。
  13. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
  14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。
- 注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。
- 注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.5.0-1 2020.10)

## 本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレストシア）

[www.renesas.com](http://www.renesas.com)

## 商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

[www.renesas.com/contact/](http://www.renesas.com/contact/)