

## RX ファミリ

R01AN4101JJ0210

Rev.2.10

## CTSU 3D ジェスチャデモセット サンプルソフトウェア

2018.03.30

### 要旨

本アプリケーションノートでは、タッチ電極と人体の間に発生する静電容量を測定することで人体の接触を感知するハードウェア Capacitive Touch Sensor Unit (以下、CTSU) の相互容量方式による応用事例として、3D ジェスチャデモのソフトウェア仕様を説明します。

### 動作確認デバイス

RX130, RX231

### 関連ドキュメント

1. RX ファミリ CTSU API リファレンスガイド (R30AN0215JJ)
2. RX ファミリ CTSU 相互容量方式タッチ計測 (R30AN0217JJ)
3. RX113 グループ CTSU 静電容量タッチ検出の基礎 (R30AN0218JJ)
4. RX231 グループ CTSU 応用事例 3D ジェスチャ デモセット ハードウェア (R01AN4219JJ)
5. RX130 グループ CTSU 応用事例 3D ジェスチャ デモセット ハードウェア (R01AN4320JJ)
6. RX ファミリ CTSU 3D ジェスチャデモセット評価ツール「3D Monitor」 (R20AN0501JJ)

## 目次

1. 概要 .....	3
1.1 ソフトウェア構造 .....	3
1.2 ファイル構成 .....	4
2. 動作環境 .....	5
2.1 通常版 .....	5
2.2 小型版 .....	5
3. CTSU API の設定 .....	6
3.1 通常版 .....	6
3.2 小型版 .....	6
4. 3D 位置計算について .....	7
4.1 3D 位置の定義 .....	7
4.2 3D 位置計算の原理 .....	7
4.3 3D 位置計算に必要な事前測定 .....	8
4.4 3D 位置計算の方法 .....	8
4.4.1 Z 位置 .....	8
4.4.2 X 位置 .....	9
4.4.3 Y 位置 .....	10
4.5 移動平均フィルタ .....	11
4.6 ドリフト補正 .....	11
4.7 ノイズ環境の判定 .....	12
4.7.1 ノイズ環境検出の判定 .....	12
4.7.2 通常環境復帰の判定 .....	12
5. 3D 位置計算ソフトウェア仕様 .....	14
5.1 ファイル構成 .....	14
5.2 定数一覧 .....	14
5.3 構造体一覧 .....	17
5.4 API 関数仕様 .....	18
6. ジェスチャ認識ライブラリ仕様 .....	22
6.1 ファイル構成 .....	22
6.2 定数一覧 .....	22
6.3 構造体一覧 .....	22
6.4 API 関数仕様 .....	23
7. サンプルアプリケーション .....	24

## 1. 概要

3D ジェスチャデモセットは RX231\_3D ジェスチャデモセット（以下、通常版）と RX130\_3D ジェスチャデモセット（以下、小型版）の 2 種類があります。これらのハードウェアについては、「関連ドキュメント 4」および「関連ドキュメント 5」を参照してください。

本ソフトウェアは、この 2 種類の 3D ジェスチャデモセットで動作するサンプルソフトウェアです。

### 1.1 ソフトウェア構造

Figure 1.1 にソフトウェア構造図を示します。通常版と小型版の 2 種類のソフトウェアとなります。

CTSU での静電容量の計測は、静電容量タッチ統合開発環境 Workbench6 で自動生成されるソフトウェア（以下、CTSU API）を利用します。

3D 位置計算 API は、CTSU API での静電容量計測結果から、3D 位置を計算します。

ジェスチャ認識ライブラリは、この 3D 位置の変化を解析してジェスチャを認識します。

アプリケーションは、3D ジェスチャデモセットの LED 表示と BLE モジュールとの UART 通信およびパソコンとの USB 通信によって、ユーザに 3D 位置計算結果とジェスチャ認識結果を通知します。

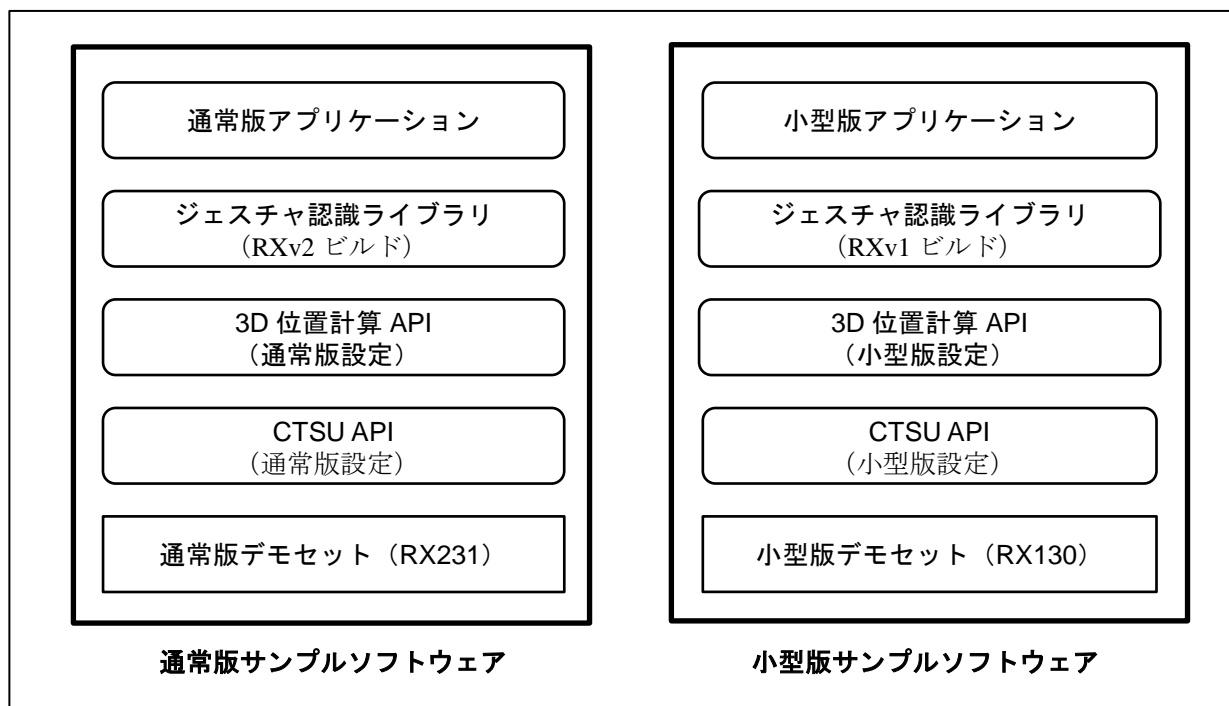


Figure 1.1 ソフトウェア構造図

## 1.2 ファイル構成

Table 1.1 にファイル構成を示します。CTSU API は省略しています。

Table 1.1 ファイル構成

フォルダ/ファイル名	概要
r_01an4101jj0210-ctsu	プロジェクトフォルダ
TouchAPI_3DGestureRegular	Workbench6 自動生成ソフトウェア
TouchApiBase.mtpj	プロジェクトファイル
TouchApiBase.rcpe	共通プロジェクトファイル
Gesture_Recognition_RXv2.lib	ジェスチャ認識ライブラリ (RXv2 ビルド)
Source	ソースフォルダ
r_cap_position.c	3D 位置計算 API ソースファイル
Config_SCI12.c	SCI12 ソースファイル
Config_SCI12_user.c	SCI12 ユーザソールファイル
r_main.c	アプリケーションファイル
Include	インクルードフォルダ
r_cap_position_config.h	3D 位置計算 API コンフィグファイル (通常版設定)
r_cap_position_measure.h	3D 位置計算 API 事前測定値ファイル (通常版設定)
r_cap_position_if.h	3D 位置計算 API インタフェースファイル
r_cap_position.h	3D 位置計算 API ヘッダファイル
r_cap_gesture_if.h	ジェスチャ認識インタフェースファイル
Config_SCI12.h	SCI12 ヘッダファイル
wbSetting	Workbench6 設定フォルダ
TouchAPI_3DGestureSmall	Workbench6 自動生成ソフトウェア
TouchApiBase.mtpj	プロジェクトファイル
TouchApiBase.rcpe	共通プロジェクトファイル
Gesture_Recognition_RXv1.lib	ジェスチャ認識ライブラリ (RXv1 ビルド)
Source	ソースフォルダ
r_cap_position.c	3D 位置計算 API ソースファイル
Config_SCI1.c	SCI1 ソースファイル
Config_SCI1_user.c	SCI1 ユーザソールファイル
r_main.c	アプリケーションファイル
Include	インクルードフォルダ
r_cap_position_config.h	3D 位置計算 API コンフィグファイル (小型版設定)
r_cap_position_measure.h	3D 位置計算 API 事前測定値ファイル (小型版設定)
r_cap_position_if.h	3D 位置計算 API インタフェースファイル
r_cap_position.h	3D 位置計算 API ヘッダファイル
r_cap_gesture_if.h	ジェスチャ認識インタフェースファイル
Config_SCI1.h	SCI1 ヘッダファイル
wbSetting	Workbench6 設定フォルダ

## 2. 動作環境

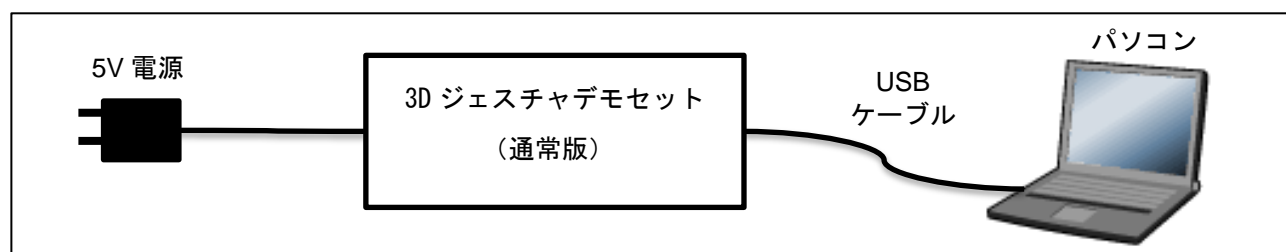
### 2.1 通常版

Table 2.1 に通常版ソフトウェアの動作環境を示します。

**Table 2.1 動作環境 (通常版)**

項目	内容
評価ボード (専用ケース入り)	RTK5RX2310D00000BR
使用マイコン	RX231
動作周波数	54MHz
動作電圧	3.3V
統合開発環境	CS+ v6.01.00
C コンパイラ	CC-RX v2.08.00
静電容量タッチ統合開発環境	Workbench6 v01.07.00.00

Figure 2.1 に機器接続図を示します。



**Figure 2.1 機器接続図 (通常版)**

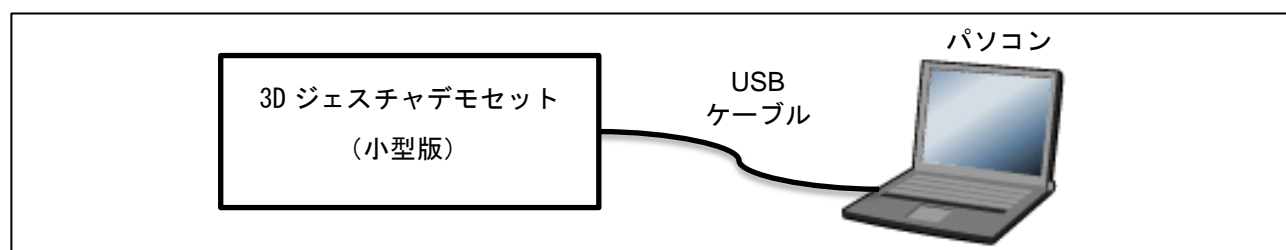
### 2.2 小型版

Table 2.2 に小型版ソフトウェアの動作環境を示します。

**Table 2.2 動作環境 (小型版)**

項目	内容
評価ボード (専用ケース入り)	RTK0EG0014D00001BJ
使用マイコン	RX130
動作周波数	32MHz
動作電圧	5.0V
統合開発環境	CS+ v6.01.00
C コンパイラ	CC-RX v2.08.00
静電容量タッチ統合開発環境	Workbench6 v01.07.00.00

Figure 2.2 に機器接続図を示します。



**Figure 2.2 機器接続図 (小型版)**

### 3. CTSU API の設定

CTSUS API は、Workbench6 の First step guide で自動生成しています。3D ジェスチャデモセットで動作させるために、変更している箇所について説明します。

#### 3.1 通常版

CTSUS ベースクロックを元に生成されるセンサドライブパルスの周波数は、3.375MHz に設定しています。この周波数を低く設定すると、3D 位置検出距離が短くなります。

計測周期を 10ms に設定するため、r\_touch.h を変更しています。

```
#define TOUCH_MAIN_CYCLE_US    10000
```

評価アプリと通信するため、r\_usb\_pcdc\_apl.c を変更しています。

usb\_psmpl\_MainTask() 関数に、サンプルアプリケーションの関数 SampleAplReceive() 関数を追加

#### 3.2 小型版

CTSUS ベースクロックを元に生成されるセンサドライブパルスの周波数は、4.000MHz に設定しています。この周波数を低く設定すると、3D 位置検出距離が短くなります。

計測周期を 10ms に設定するため、r\_touch.h を変更しています。

```
#define TOUCH_MAIN_CYCLE_US    10000
```

パソコンと USB 接続するため、r\_cg.c を変更しています。

```
#define WORKBENCH_SERIAL_CONNECT    (1)
```

BLE モジュールと UART 通信のため、またボタン入力のため、r\_mpc.c を変更しています。

initial\_port\_set() 関数

```
PORT3.PDR.BYTE = PORT3.PDR.BYTE | 0x1E;
```

```
PORT2.PDR.BYTE = 0xBF;
```

```
PORTA.PDR.BYTE = PORTA.PDR.BYTE | 0xE7;
```

評価アプリと通信するため、r\_sci.c を変更しています。

r\_sci6\_receive\_interrupt() 関数に、サンプルアプリケーションの関数 SampleAplReceive() 関数を追加

## 4. 3D 位置計算について

### 4.1 3D 位置の定義

Figure 4.1 に示す通り、原点をセンサ基板表面の中心として、基板の水平左右方向を X 軸、水平上下方向を Y 軸、垂直方向を Z 軸とします。手の 3D 位置は  $(x, y, z)$  と表します。x と y は整数、z は自然数で、単位は mm (ミリメートル) です。(x, y) については、基板右上を第一象限 ( $x > 0, y > 0$ )、基板左上を第二象限 ( $x < 0, y > 0$ )、基板左下を第三象限 ( $x < 0, y < 0$ )、基板右下を第四象限 ( $x > 0, y < 0$ ) とします。

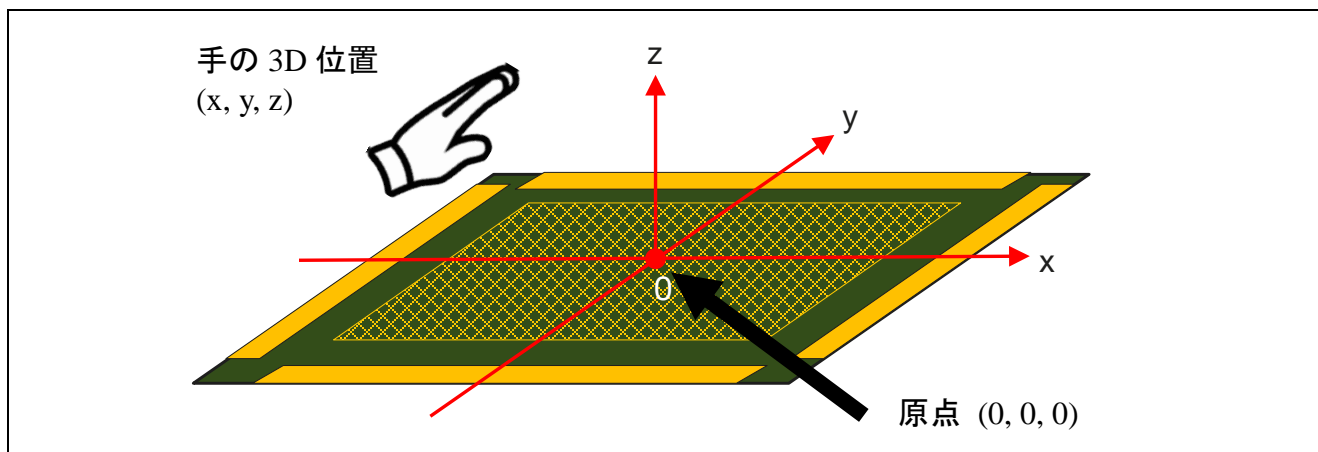


Figure 4.1 3D 位置の定義

### 4.2 3D 位置計算の原理

上下左右の 4 電極の静電容量計測結果 (以下、カウント値) を使用します。

評価ボードの周囲に何も無い状態でのカウント値を基準値とします。手が近づいたときは、手の位置に応じて 4 電極のカウント値が減少するので、基準値との差分から手の 3D 位置を計算します。そのため、カウント値が減少しない場所では 3D 位置を計算できません。

カウント値と 3D 位置の関係は使用するハードウェアによって異なるため、一般的な計算式で求めることが出来ません。そのため、事前に使用するハードウェアにて、周囲に何も無い状態でのカウント値および複数の位置で測定したカウント値が必要となります。

手を近づけて離れたときの基準値とカウント値を Figure 4.2 に示します。

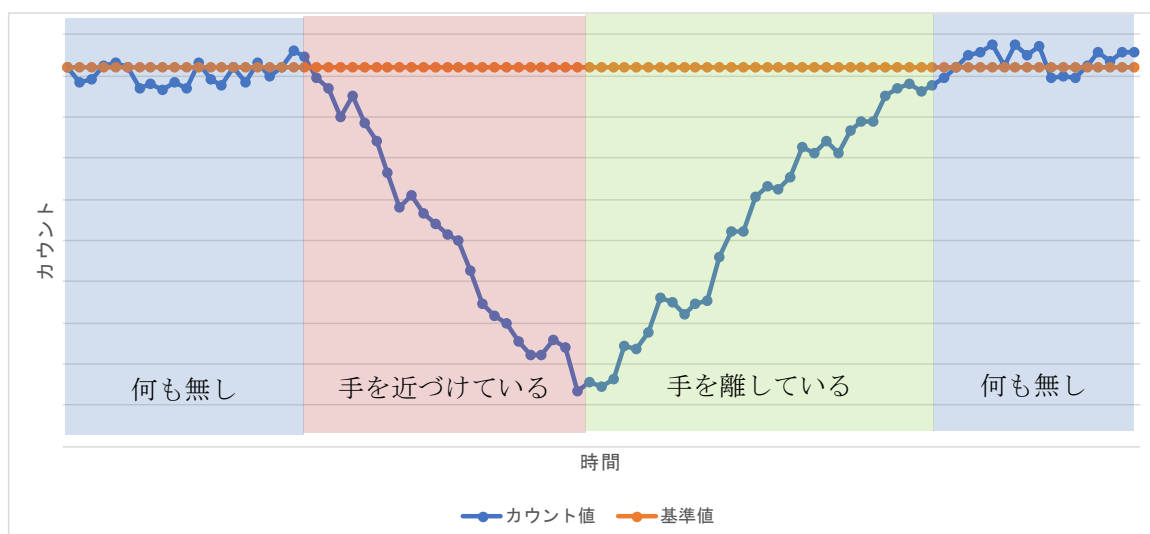


Figure 4.2 基準値とカウント値

### 4.3 3D 位置計算に必要な事前測定

事前に測定する位置の必要条件は、以下の通りです。

[Z 軸]

- ・ x と y が 0 の位置で 3~10 ヶ所での 4 電極のカウント値
  - 測定位置が多いほど計算精度が向上します
  - 一番遠い測定位置が z の検出範囲になります。基準値との差分が 100 以上確保できる位置としてください。

[X 軸]

- ・ Z 軸の測定位置から X 軸プラス方向に 30mm 以上移動した 1 ヶ所での右電極と左電極のカウント値

[Y 軸]

- ・ Z 軸の測定位置から Y 軸プラス方向に 30mm 以上移動した 1 ヶ所での上電極と下電極のカウント値
  - 電極が上下左右対称の場合は不要です。本ソフトウェアは測定していません。

測定したカウント値は、3D 位置計算 API 事前測定値ファイルに記述してください。

### 4.4 3D 位置計算の方法

#### 4.4.1 Z 位置

基準値との差分を、上電極は  $\Delta$ top、下電極は  $\Delta$ bottom、右電極は  $\Delta$ right、左電極は  $\Delta$ left とします。

これらを平均した値を  $\Delta$ average とします。

事前測定したカウント値から各 Z 位置での  $\Delta$ average を計算します。これを線形補間した近似式 ( $\Delta$ average\_REF) を用いて、Z 位置を計算します。

Figure 4.3 に評価ボードの  $\Delta$ average\_REF を示します。縦軸は  $\Delta$ average、横軸は Z 位置です。

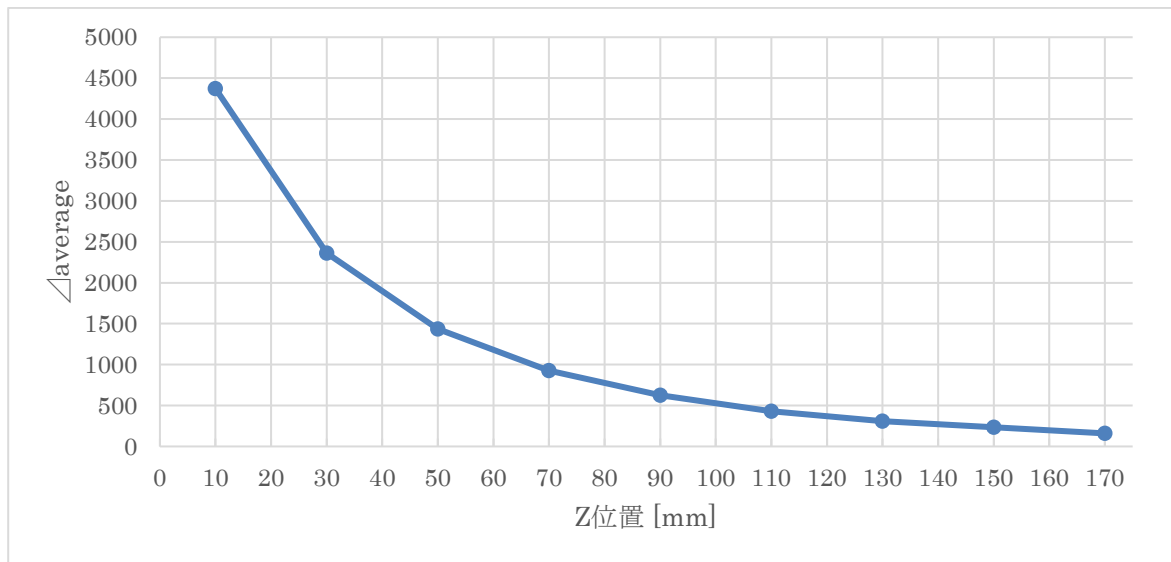


Figure 4.3 評価ボードの  $\Delta$ average\_REF

例えば、事前測定した値が

(0, 0, 100)で  $\Delta$ average = 500、(0, 0, 150)で  $\Delta$ average = 250



の場合、現在測定した $\Delta$ average が 325 のときは、

$$\begin{aligned} z &= 100 + ((500 - 325) / ((500 - 250) / (150 - 100))) \\ &= 100 + (175 / 5) \\ &= 135 \end{aligned}$$

と計算します。

#### 4.4.2 X 位置

$\Delta$ right と  $\Delta$ left の差分を  $\Delta$ horizontal とします。

$\Delta$ horizontal と X 位置は比例関係となりますが、Z 位置に応じて傾き ( $\Delta$ x\_slope) が異なります。

Figure 4.4 に評価ボードの  $\Delta$ horizontal を示します。縦軸は  $\Delta$ horizontal、横軸は X 位置です。

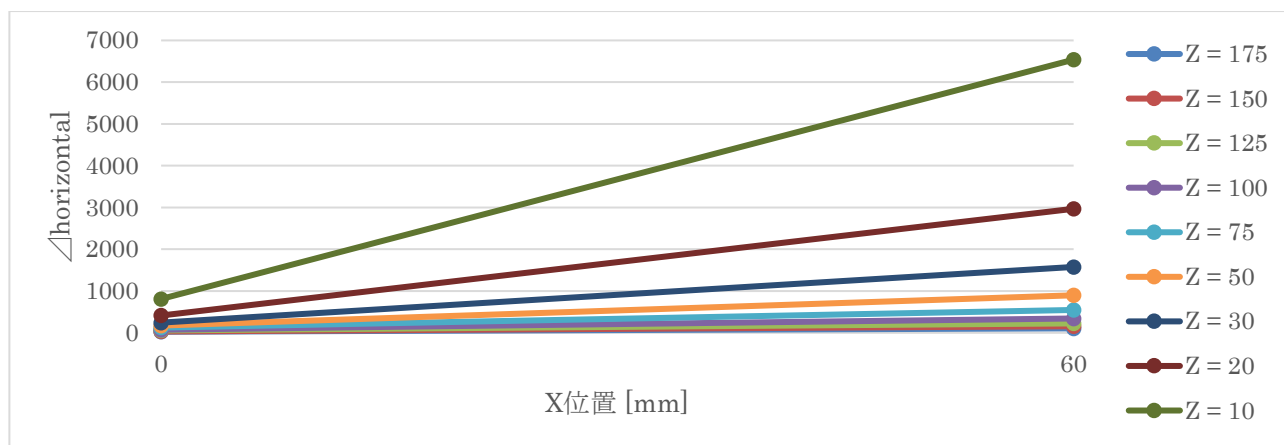


Figure 4.4 評価ボードの $\Delta$ horizontal

事前測定したカウント値から各 Z 位置での  $\Delta$ x\_slope を算出します。これを線形補間した近似式 ( $\Delta$ x\_slope\_REF) を用いて、X 位置を計算します。

Figure 4.5 に評価ボードの  $\Delta$ x\_slope\_REF を示します。縦軸は  $\Delta$ x\_slope、横軸は Z 位置です。

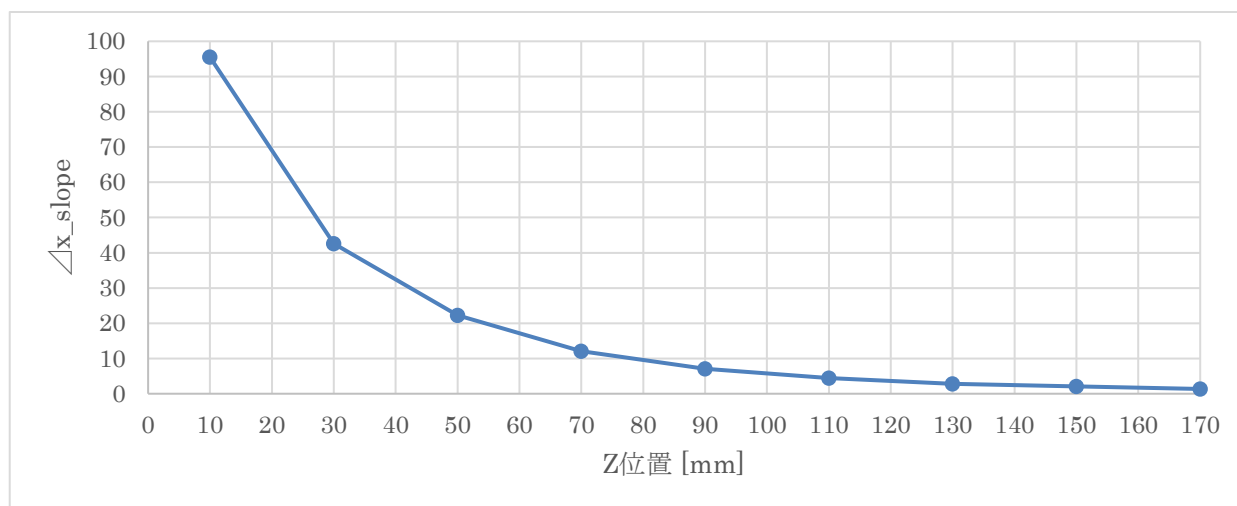


Figure 4.5 評価ボードの $\Delta$ x\_slope\_REF

最後に、事前測定した X 位置 0 での  $\Delta$ horizontal から、左右電極の感度差を補正します。 $\Delta$ horizontal は、Z 位置に応じて異なるので、同様に線形補間した近似式を用います。この補正値を  $\Delta$ horizontal\_offset とします。

例えば、事前測定した値が

Z 位置が 100mm で  $\Delta$ x\_slope = 8

Z 位置が 150mm で  $\Delta$ x\_slope = 3

の場合、現在測定した Z 位置が 135mm と計算されていたとき、

$$\begin{aligned}\Delta x\_slope &= 3 + ((150 - 135) * ((8 - 3) / (150 - 100))) \\ &= 3 + (15 * (5 / 50)) \\ &= 3 + 1.5 \\ &= 4.5\end{aligned}$$

$\Delta$ horizontal が 180 のとき、Z 位置 135mm での  $\Delta$ horizontal\_offset が 18 であれば、

$$x = (180 - 18) / 4.5 = 36 \text{ と計算します。}$$

#### 4.4.3 Y 位置

$\Delta$ top と  $\Delta$ bottom の差分を  $\Delta$ vertical とします。

y は  $\Delta$ vertical から計算し、計算方法は x と同様です。

## 4.5 移動平均フィルタ

移動平均フィルタは、ノイズイミュニティ向上および3D位置計算結果の安定化のための処理です。

移動平均設定値の回数前までのカウント値を平均します。4.4章および4.6章の計算には、この移動平均フィルタを適用したカウント値を使用します。

移動平均設定値は、3D位置計算APIコンフィグファイルに記述してください。値を大きくするほど、ノイズイミュニティは向上しますが、反応速度が低下します。

## 4.6 ドリフト補正

ドリフト補正は、非検出判定のとき、周囲環境の変化に追従するために基準値を更新する処理です。

非近接判定がドリフト測定回数分の継続したときに、 $\Delta$ averageの最大値と最小値の差分がドリフト閾値以内であれば、基準値をそのときのカウント値（移動平均フィルタ適用済）に更新します。

ドリフト測定回数とドリフト閾値は、3D位置計算APIコンフィグファイルに記述してください。ドリフト測定回数を小さく、ドリフト閾値を大きくするほど、周囲環境の変化への追従性は向上しますが、手をゆっくり近づけたときにもドリフト補正をしてしまい、3D位置計算結果に影響する場合があります。

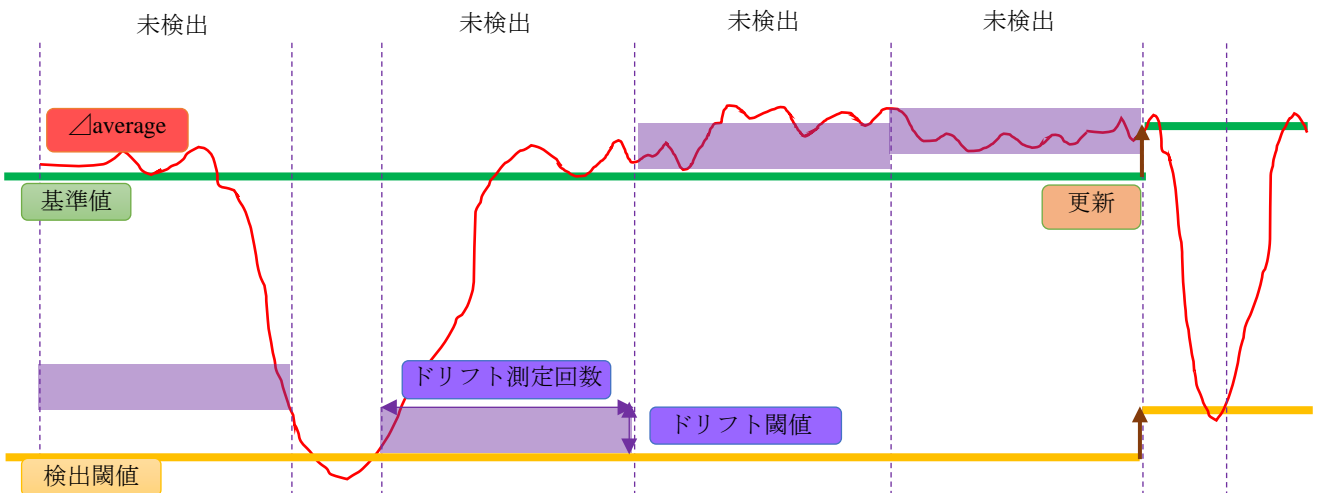


Figure 4.6 ドリフト補正

## 4.7 ノイズ環境の判定

3D 位置計算は非常に微小なカウント値の変化を捉えることで実現しています。CTSU に内蔵された各種ノイズイミュニティの仕組みに加えて、CTSU API でソフトウェアによるノイズフィルタを実装していますが、ノイズを完全に除去することは難しいのが現状です。

そのため、本ソフトウェアは常にノイズが 3D 位置計算に大きな影響を与えるレベルか判定しており、結果を通知します。通常環境復帰と判定されるまで、ノイズ環境が継続していると判定します。

### 4.7.1 ノイズ環境検出の判定

カウント値が以下の 2 つの条件のどちらかを満たしたときにノイズ環境検出と判定します。この判定は、4 電極個別に取得したカウント値に対して毎回実施します。

1. (カウント値 - 基準値) が A 以上
2. (カウント値 - 1 回前カウント値) & (1 回前カウント値 - 2 回前カウント値) & (2 回前カウント値 - 3 回前カウント値) が (B 以上) & (-1 以下) & (B 以上)
3. (カウント値 - 1 回前カウント値) & (1 回前カウント値 - 2 回前カウント値) & (2 回前カウント値 - 3 回前カウント値) が (-B 以下) & (1 以上) & (-B 以下)

A: ノイズ閾値 A、 B: ノイズ閾値 B

Figure 4.7 にノイズ環境検出の判定を図示します。

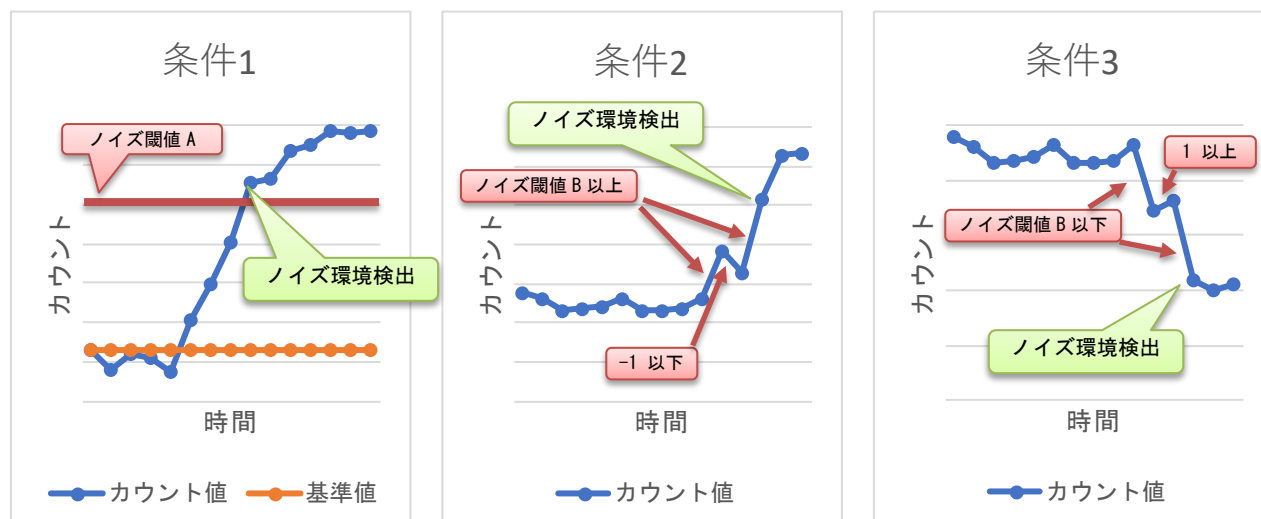


Figure 4.7 ノイズ環境検出の判定図

ノイズ閾値 A とノイズ閾値 B は、3D 位置計算 API コンフィグファイルに記述してください。値を小さくするほど、ノイズ環境検出の効果は高くなりますが、通常環境をノイズ環境と誤判定してしまう可能性が上がります。

### 4.7.2 通常環境復帰の判定

以下の条件を満たしたときに、通常環境復帰と判定します。

過去 N 回分の 4 電極の平均カウント値で、最大値と最小値の差分が M 以下の場合。この時の値が 4 電極の平均基準値より大きい場合は、基準値を更新します。

N: 復帰測定回数、M: 復帰閾値

この判定は、ノイズ環境と判定してから N 回分のカウント値を保存した後、取得したカウント値に対して毎回実施します。

Figure 4.8 に通常環境復帰の判定を図示します。

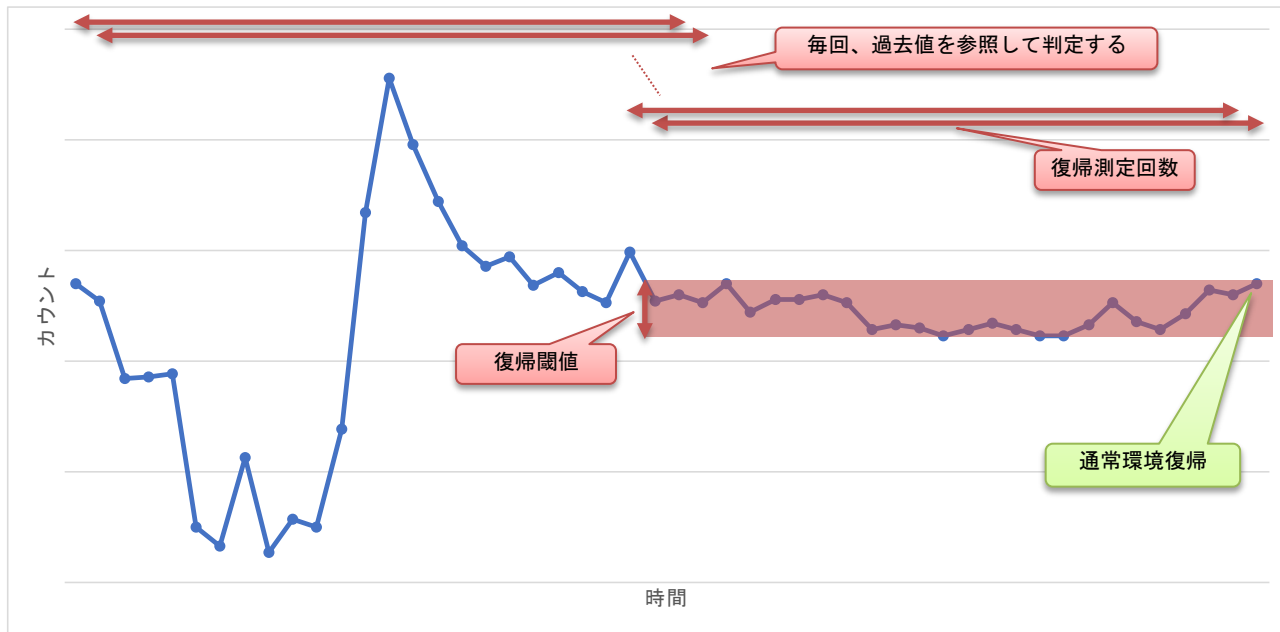


Figure 4.8 通常環境復帰の判定図

復帰測定回数と復帰閾値は、3D 位置計算 API コンフィグファイルに記述してください。復帰測定回数を小さく、復帰閾値を大きくするほど、通常環境復帰は早くなりますが、ノイズ環境中に復帰してしまう可能性が上がります。

## 5. 3D 位置計算ソフトウェア仕様

### 5.1 ファイル構成

Table 5.1 にソースファイルを示します。

**Table 5.1** ソースファイル

ファイル名	内容	備考
r_cap_position.c	3D 位置計算 API ソースファイル	-

Table 5.2 にヘッダファイルを示します。

**Table 5.2** ヘッダファイル

ファイル名	内容	備考
r_cap_position_config.h	3D 位置計算 API コンフィグファイル	-
r_cap_position_measure.h	3D 位置計算 API 事前測定値ファイル	
r_cap_position_if.h	3D 位置計算 API インタフェースファイル	-
r_cap_position.h	3D 位置計算 API ヘッダファイル	3D 位置計算 API 内部用

### 5.2 定数一覧

Table 5.3 に r\_cap\_position\_if.h の定数一覧を示します。

**Table 5.3** 定数一覧 (r\_cap\_position\_if.h)

定数名	設定値	内容
CAPPOS_NODETECT	(0x3FFF)	3D 位置計算結果が未検出または範囲外を示す値
CAPPOS_SUCCESS	(0x00)	3D 位置計算 API 正常終了
CAPPOS_ERROR	(0x01)	3D 位置計算 API 異常終了
CAPPOS_NORMAL	(0x00)	通常環境を示す値
CAPPOS_NOISY	(0x01)	ノイズ環境を示す値

Table 5.4 に r\_cap\_position\_config.h の定数一覧を示します。

デフォルトの設定値はデモセットでの値となっています。使用環境に合わせて変更してください。

**Table 5.4** 定数一覧 (r\_cap\_position\_config.h)

定数名	設定値 (通常版)	設定値 (小型版)	内容
CAPPOS_CNF_MOVAVG_NUM	(15)	(15)	移動平均設定値
CAPPOS_CNF_DRIFT_NUM	(150)	(150)	ドリフト測定回数
CAPPOS_CNF_DRIFT_THR	(25)	(25)	ドリフト閾値
CAPPOS_CNF_RESUME_NUM	(25)	(25)	復帰測定回数
CAPPOS_CNF_RESUME_THR	(20)	(20)	復帰閾値
CAPPOS_CNF_NOISE_THR_A	(150)	(150)	ノイズ閾値 A(基準値からの増加方向差分でノイズと判定する閾値)
CAPPOS_CNF_NOISE_THR_B	(50)	(50)	ノイズ閾値 B(過去 3 回差分でノイズと判定する閾値)
CAPPOS_CNF_MAX_X	(100)	(100)	X 方向計算範囲[mm]
CAPPOS_CNF_MAX_Y	(100)	(100)	Y 方向計算範囲[mm]

Table 5.5 に r\_cap\_position\_measure.h の定数一覧を示します。

デフォルトの設定値はデモセットでの値となっています。使用環境に合わせて変更してください。

**Table 5.5 定数一覧 (r\_cap\_position\_measure.h)**

定数名	設定値 (通常版)	設定値 (小型版)	内容
CAPPOS_MEAS_Z0	(10)	(10)	事前測定した Z 方向位置[mm]、 1 以上を設定してください
CAPPOS_MEAS_Z1	(30)	(20)	事前測定した Z 方向位置[mm] CAPPOS_MEAS_Z0 より大きい値にしてください
CAPPOS_MEAS_Z2	(50)	(30)	事前測定した Z 方向位置[mm] CAPPOS_MEAS_Z1 より大きい値にしてください
CAPPOS_MEAS_Z3	(70)	(40)	事前測定した Z 方向位置[mm] CAPPOS_MEAS_Z2 より大きい値にしてください 測定箇所が 3 ヶ所の場合は、0 を設定かつ“CAPPOS_MEAS_*_3”の定数全て 0 を設定してください
CAPPOS_MEAS_Z4	(90)	(50)	事前測定した Z 方向位置[mm] CAPPOS_MEAS_Z3 より大きい値にしてください 測定箇所が 4 ヶ所の場合は、0 を設定かつ“CAPPOS_MEAS_*_4”の定数全て 0 を設定してください
CAPPOS_MEAS_Z5	(110)	(60)	事前測定した Z 方向位置[mm] CAPPOS_MEAS_Z4 より大きい値にしてください 測定箇所が 5 ヶ所の場合は、0 を設定かつ“CAPPOS_MEAS_*_5”の定数全て 0 を設定してください
CAPPOS_MEAS_Z6	(130)	(70)	事前測定した Z 方向位置[mm] CAPPOS_MEAS_Z5 より大きい値にしてください 測定箇所が 6 ヶ所の場合は、0 を設定かつ“CAPPOS_MEAS_*_6”の定数全て 0 を設定してください
CAPPOS_MEAS_Z7	(150)	(80)	事前測定した Z 方向位置[mm] CAPPOS_MEAS_Z6 より大きい値にしてください 測定箇所が 7 ヶ所の場合は、0 を設定かつ“CAPPOS_MEAS_*_7”の定数全て 0 を設定してください
CAPPOS_MEAS_Z8	(170)	(90)	事前測定した Z 方向位置[mm] CAPPOS_MEAS_Z7 より大きい値にしてください 測定箇所が 8 ヶ所の場合は、0 を設定かつ“CAPPOS_MEAS_*_8”の定数全て 0 を設定してください
CAPPOS_MEAS_Z9	(0)	(100)	事前測定した Z 方向位置[mm] CAPPOS_MEAS_Z8 より大きい値にしてください 測定箇所が 9 ヶ所の場合は、0 を設定かつ“CAPPOS_MEAS_*_9”の定数全て 0 を設定してください
CAPPOS_MEAS_X	(60)	(60)	事前測定した X 方向位置[mm] X 方向を事前測定しない場合は 0 を設定してください
CAPPOS_MEAS_Y	(0)	(0)	事前測定した Y 方向位置[mm] Y 方向を事前測定しない場合は 0 を設定してください
CAPPOS_MEAS_TOP	(44637)	(37390)	周囲に何も無い状態で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM	(40961)	(38310)	周囲に何も無い状態で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT	(40249)	(37725)	周囲に何も無い状態で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT	(37431)	(40357)	周囲に何も無い状態で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_TOP0	(40782)	(33307)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z0) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_TOP1	(42607)	(35353)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z1) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_TOP2	(43417)	(36185)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z2) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_TOP3	(43844)	(36614)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z3) で事前測定した上電極カウント値

CAPPOS_MEAS_TOP4	(44108)	(36842)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z4) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_TOP5	(44272)	(36982)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z5) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_TOP6	(44373)	(37100)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z6) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_TOP7	(44432)	(37199)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z7) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_TOP8	(44505)	(37221)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z8) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_TOP9	(0)	(37279)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z9) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM0	(35517)	(34539)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z0) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM1	(38022)	(36341)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z1) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM2	(39181)	(37075)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z2) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM3	(39823)	(37490)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z3) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM4	(40202)	(37721)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z4) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM5	(40440)	(37860)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z5) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM6	(40589)	(37975)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z6) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM7	(40679)	(38061)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z7) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM8	(40769)	(38127)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z8) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_BTM9	(0)	(38197)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z9) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT0	(35751)	(33743)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z0) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT1	(37803)	(35698)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z1) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT2	(38757)	(36484)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z2) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT3	(39273)	(36901)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z3) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT4	(39580)	(37139)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z4) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT5	(39791)	(37288)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z5) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT6	(39922)	(37407)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z6) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT7	(40009)	(37495)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z7) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT8	(40079)	(37534)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z8) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_RGT9	(0)	(37597)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z9) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT0	(33743)	(36378)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z0) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT1	(35399)	(38354)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z1) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT2	(36183)	(39150)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z2) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT3	(36628)	(39562)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z3) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT4	(36886)	(39802)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z4) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT5	(37048)	(39938)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z5) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT6	(37161)	(40047)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z6) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT7	(37222)	(40110)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z7) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT8	(37286)	(40176)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z8) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_LFT9	(0)	(40248)	座標(0, 0, CAPPOS_MEAS_Z9) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT0	(32791)	(34470)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z0) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT1	(36733)	(35920)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z1) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT2	(38231)	(36622)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z2) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT3	(38998)	(36998)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z3) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT4	(39423)	(37212)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z4) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT5	(39704)	(37340)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z5) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT6	(39868)	(37453)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z6) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT7	(39971)	(37513)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z7) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT8	(40062)	(37591)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z8) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_RGT9	(0)	(37616)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z9) で事前測定した右電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_LFT0	(36513)	(39557)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z0) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_LFT1	(36884)	(39824)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z1) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_LFT2	(36990)	(39943)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z2) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_LFT3	(37078)	(40033)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z3) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_LFT4	(37152)	(40108)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z4) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_LFT5	(37229)	(40149)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z5) で事前測定した左電極カウント値



CAPPOS_MEAS_X_LFT6	(37275)	(40211)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z6) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_LFT7	(37310)	(40216)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z7) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_LFT8	(37350)	(40284)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z8) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_X_LFT9	(0)	(40299)	座標(CAPPOS_MEAS_X, 0, CAPPOS_MEAS_Z9) で事前測定した左電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP0	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z0) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP1	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z1) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP2	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z2) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP3	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z3) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP4	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z4) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP5	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z5) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP6	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z6) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP7	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z7) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP8	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z8) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_TOP9	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z9) で事前測定した上電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM0	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z0) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM1	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z1) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM2	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z2) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM3	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z3) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM4	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z4) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM5	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z5) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM6	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z6) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM7	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z7) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM8	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z8) で事前測定した下電極カウント値
CAPPOS_MEAS_Y_BTM9	(0)	(0)	座標(0, CAPPOS_MEAS_Y, CAPPOS_MEAS_Z9) で事前測定した下電極カウント値

### 5.3 構造体一覧

Table 5.6 に st\_cappos\_result\_t の構造体を示します。

**Table 5.6 st\_cappos\_result\_t 構造体**

型	メンバ	説明
int16_t	coord_x	x 位置計算結果[mm]
int16_t	coord_y	y 位置計算結果[mm]
int16_t	coord_z	z 位置計算結果[mm]
uint8_t	noise	ノイズ環境検出状態

Table 5.7 に st\_captouch\_data\_t の構造体を示します。

**Table 5.7 st\_captouch\_data\_t 構造体**

型	メンバ	説明
uint16_t	top	上電極カウント値
uint16_t	btm	下電極カウント値
uint16_t	rgt	右電極カウント値
uint16_t	lft	左電極カウント値

---

## 5.4 API 関数仕様

---

### 5.4.1 R\_CAPPOS\_Create

---

#### 初期設定 API

##### 形式

uint8\_t R\_CAPPOS\_Create(void)

##### 引数

なし

##### 戻り値

CAPPOS_SUCCESS	正常終了
CAPPOS_ERROR	異常終了

##### 解説

本 API は、3D 位置計算 API の変数の初期化と 3D 位置計算 API コンフィグファイルから 3D 位置計算係数を作成します。3D 位置計算 API コンフィグファイルに問題があった場合は CAPPOS\_ERROR を返します。

##### 補足

システム起動後に一度だけコールしてください。

---

## 5.4.2 R\_CAPPOS\_GetAve

---

### 移動平均値取得 API

#### 形式

uint8\_t R\_CAPPOS\_GetAve(st\_captouch\_data\_t \* p\_captouch\_data)

#### 引数

\*p\_captouch\_data 4 電極カウント値データポインタ

#### 戻り値

CAPPOS\_OK 正常終了  
CAPPOS\_ERROR 異常終了

#### 解説

本 API は、引数\*p\_captouch\_data に 3D 位置計算 API が保持している 4 電極の移動平均値を格納します。

引数が NULL の場合は CAPPOS\_ERROR を返します。

---

### 5.4.3 R\_CAPPOS\_GetRef

---

#### 基準値取得 API

##### 形式

uint8\_t R\_CAPPOS\_GetRef(st\_captouch\_data\_t \* p\_captouch\_data)

##### 引数

\*p\_captouch\_data 4 電極カウント値データポインタ

##### 戻り値

CAPPOS\_OK 正常終了  
CAPPOS\_ERROR 異常終了

##### 解説

本 API は、引数\*p\_captouch\_data に 3D 位置計算 API が保持している 4 電極の基準値を格納します。  
引数が NULL の場合は CAPPOS\_ERROR を返します。

---

#### 5.4.4 R\_CAPPOS\_Read

---

### 3D 位置計算 API

#### 形式

```
uint8_t R_CAPPOS_Read(st_cappos_result_t * p_cappos_result, const st_captouch_data_t * p_captouch_data)
```

#### 引数

*p_cappos_result	3D 位置計算結果ポインタ
*p_captouch_data	4 電極カウント値データポインタ

#### 戻り値

CAPPOS_SUCCESS	正常終了
CAPPOS_ERROR	異常終了

#### 解説

本 API は、引数\*p\_captouch\_data の 4 電極のカウント値から 3D 位置を計算した結果を引数 \*p\_cappos\_result に格納します。  
ノイズ環境と判定している間は、引数\*p\_cappos\_result のメンバ noise には CAPPOS\_NOISY を格納します。  
引数が NULL の場合、または本 API コール前に R\_CAPPOS\_Create()がコールされていない場合は CAPPOS\_ERROR を返します。

#### 補足

本 API のコール回数が移動平均設定値 CAPPOS\_CNF\_MOVAVG\_NUM 未満の場合、引数 \*p\_cappos\_result のメンバには CAPPOS\_NODETECT を格納します。

CTUS API の静電容量計測周期で R\_Set\_Cap\_Touch\_Result\_Create()の戻り値が 0\_SUCCESS であることを確認した後にコールしてください。これにより、移動平均フィルタ (4.5 参照)、ドリフト補正 (4.6 参照)、ノイズ環境の判定 (4.7 参照) も実行されます。

## 6. ジェスチャ認識ライブラリ仕様

### 6.1 ファイル構成

Table 6.1 にライブラリファイルを示します。

**Table 6.1** ライブラリファイル

ファイル名	内容	備考
Gesture_Recognition_RXv2.lib	ジェスチャ認識ライブラリファイル (RXv2 ビルド)	通常版向け
Gesture_Recognition_RXv1.lib	ジェスチャ認識ライブラリファイル (RXv1 ビルド)	小型版向け

Table 6.2 にヘッダファイルを示します。

**Table 6.2** ヘッダファイル

ファイル名	内容	備考
r_cap_gesture_if.h	ジェスチャ認識 API インタフェースファイル	-

### 6.2 定数一覧

Table 6.3 に r\_cap\_gesture\_if.h の定数一覧を示します。列挙型 e\_gesture\_result\_t で定義しています。

**Table 6.3** 定数一覧

定数名	設定値	内容
GESTURE_RESULT_NONE	(0)	認識なし
GESTURE_RESULT_RIGHT_SWIPE	(1)	X 方向スワイプ(右)
GESTURE_RESULT_LEFT_SWIPE	(2)	X 方向スワイプ(左)
GESTURE_RESULT_FRONT_SWIPE	(3)	Y 方向スワイプ(前)
GESTURE_RESULT_BACK_SWIPE	(4)	Y 方向スワイプ(後)
GESTURE_RESULT_DOWN_SWIPE	(5)	Z 方向タッチ
GESTURE_RESULT_CW_SLOW	(6)	円描画(時計回り、遅い)
GESTURE_RESULT_CW_FAST	(7)	円描画(時計回り、速い)
GESTURE_RESULT_RESERVE	(8)	Reserved
GESTURE_RESULT_CCW_SLOW	(9)	円描画(反時計回り、遅い)
GESTURE_RESULT_CCW_FAST	(10)	円描画(反時計回り、速い)
GESTURE_RESULT_RESERVE2	(11)	Reserved2

### 6.3 構造体一覧

Table 6.4 に st\_cappos\_input\_t の構造体を示します。

**Table 6.4** st\_cappos\_input\_t 構造体

型	メンバ	説明
int16_t	coord_x	x 位置計算結果[mm]
int16_t	coord_y	y 位置計算結果[mm]
int16_t	coord_z	z 位置計算結果[mm]
uint8_t	noise	ノイズ環境検出状態

---

## 6.4 API 関数仕様

---

### 6.4.1 R\_GESTURE\_Detect

---

#### ジェスチャ認識 API

##### 形式

```
uint16_t R_GESTURE_Detect(e_gesture_result_t * p_result, const st_cappos_input_t * p_cappos_input)
```

##### 引数

e_gesture_result_t	*p_result	ジェスチャ認識結果のポインタ
st_cappos_input_t	*p_cappos_input	3D 位置計算結果のポインタ

##### 戻り値

0 正常終了

##### 解説

本 API は、3D 位置計算結果を入力として、ジェスチャ認識処理をした結果を p\_result に保存します。

## 7. サンプルアプリケーション

CTSU API のアプリケーションファイル `r_main.c` をベースとして、3D ジェスチャのサンプルアプリケーションを追加しています。

- デモセットの初期化

`main` 関数のループ前に初期化関数 `SampleInitialize()` を追加しています。

- 結果通知

`main` 関数のループの `R_Set_Cap_Touch_Result_Create()` での戻り値 `_0_SUCCESS` を確認した後、3D 位置計算とジェスチャ認識の結果をユーザに通知する関数 `SampleApplication()` を追加しています。

これにより、`SmampleApplication()` はタッチ計測周期毎にコールされます。

- LED 表示

Table 7.1 に LED 表示を示します。

**Table 7.1 LED 表示**

通常版 LED	小型版 LED	点灯	消灯
LED1(緑)	D10(橙)	初期化完了	初期化未完了
LED2(橙)	D9(緑)	3D 位置計算結果が検出	3D 位置計算結果が未検出
LED3(緑)	D8(橙)	ノイズ環境を検出	通常環境
LED4(橙)	D7(緑)	評価アプリと通信している	評価アプリと通信していない

- BLE モジュールとの UART 通信

通常版は SCI12 (TXD12 : PE1, RXD12 : PE2)、小型版は SCI1 (TXD1 : P26, RXD1 : P30) を使用しています。

Table 7.2 に UART 設定を示します。

**Table 7.2 UART 設定**

設定	設定値
ボーレート	250000bps
データ長	8bit
パリティ	なし
ストップビット	1bit
フロー制御	なし

BLE モジュールから `0xAA` を受信したときに、8 バイトのデータを送信します。

4 バイト目に X 座標値、5 バイト目に Y 座標値、6 バイト目に Z 座標値、1, 2, 3, 7, 8 バイト目は `0x00` となります。



- 評価ツールとの USB 通信

通常版は、CTSUS API の USB 受信関数からコールする関数 `SampleAplReceive()`を追加しています。

小型版は、CTSUS API の SCI6 受信割り込みハンドラからコールする関数 `SampleAplReceive()`を追加しています。

評価ツールとは、Figure 7.1 のフォーマットで通信しています。

RX → PC																												
byte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
val	HEAD	ID	CMD	NOISE	GEST	X	Y	Z	TOP	BTM	RGT	LFT	TOP_R	BTM_R	RGT_R	LFT_R	END											
<b>HEAD</b>	<b>Header</b>																											
0x55	Constant value																											
<b>ID</b>	<b>ID</b>																											
unsigned char	Count up for each communication																											
<b>CMD</b>	<b>Command</b>																											
0x03	Result of measurement																											
<b>NOISE</b>	<b>Result of noise environment</b>																											
0	normal environment																											
1	noise environment																											
<b>GEST</b>	<b>Result of gesture recognition</b>																											
0	No detectiton																											
1	Right swipe																											
2	Left swipe																											
3	Front swipe																											
4	Back swipe																											
5	Push																											
6	Clockwise(slow)																											
7	Counter Clockwise(fast)																											
8	Reserve																											
9	Counter Clockwise(slow)																											
10	Counter Clockwise(fast)																											
11	Reserve																											
<b>X, Y, Z</b>	<b>Result of 3D position calucuration</b>																											
signed short	3D coordinate value																											
0x3FFF	No detectiton																											
<b>TOP, BTM, RGT, LFT</b>	<b>Value of R_CAPPOS_GetAve</b>																											
unsigned short	measurement value																											
<b>TOP_R, BTM_R, RGT_R, LFT_R</b>	<b>Value of R_CAPPOS_GetRef</b>																											
unsigned short	Reference value																											
<b>END</b>	<b>Delimiter</b>																											
0x0a	Constant value																											
PC → RX																												
byte	1	2	3	4																								
val	HEAD	ID	CMD	END																								
<b>HEAD</b>	<b>Header</b>																											
0x55	Constant value																											
<b>ID</b>	<b>ID</b>																											
unsigned char	Count up for each communication																											
<b>CMD</b>	<b>Command</b>																											
0x01	Start communication																											
0x02	Stop communication																											
<b>END</b>	<b>Delimiter</b>																											
0x0a	Constant value																											

Figure 7.1 通信フォーマット

## ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/contact/>

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。

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2018.01.16	-	初版発行
2.00	2018.02.28	-	全面改訂
2.10	2018.03.30	14, 15, 16	Table5.5 の設定値を変更

## 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. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「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。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

### 2. 電源投入時の処置

【注意】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. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】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、将来の機能拡張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。

### 4. クロックについて

【注意】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に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。

### 5. 製品間の相違について

【注意】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くと、内部ROM、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。型名が違う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。お客様の機器・システムの設計において、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、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、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。
5. 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、当社は一切その責任を負いません。
6. 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。
  7. 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。
  8. 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。
  9. 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。
  10. 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いたします。
  11. 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。
  12. 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.4.0-1 2017.11)



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレスト）

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。  
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>