

FSA サンプルプログラム マニュアル

-歩数計測-

本資料のご使用につきましては、次の点にご留意願います。
本資料の内容については、予告無く変更することがあります。

1. 本資料の一部、または全部を弊社に無断で転載、または、複製など他の目的に使用することは堅くお断りいたします。
2. 本資料に掲載される応用回路、プログラム、使用方法等はあくまでも参考情報であり、これらに起因する第三者の知的財産権およびその他の権利侵害あるいは損害の発生に対し、弊社はいかなる保証を行うものではありません。また、本資料によって第三者または弊社の知的財産権およびその他の権利の実施権の許諾を行うものではありません。
3. 特性値の数値の大小は、数直線上の大小関係で表しています。
4. 製品および弊社が提供する技術を輸出等するにあたっては「外国為替および外国貿易法」を遵守し、当該法令の定める手続きが必要です。大量破壊兵器の開発等およびその他の軍事用途に使用する目的をもって製品および弊社が提供する技術を費消、再販売または輸出等しないでください。
5. 本資料に掲載されている製品は、生命維持装置その他、きわめて高い信頼性が要求される用途を前提としていません。よって、弊社は本（当該）製品をこれらの用途に用いた場合のいかなる責任についても負いかねます。
6. 本資料に掲載されている会社名、商品名は、各社の商標または登録商標です。

©SEIKO EPSON CORPORATION 2015, All rights reserved.

目 次

1. 概要	1
2. サンプルプログラム構成ファイル.....	3
3. 構造体.....	4
SE_PEDOMEAS 構造体.....	4
4. マクロ定義	5
加速度スケールファクタのデフォルト値.....	5
移動状態推定機能のイネーブル設定	5
消費カロリー推定機能のイネーブル設定.....	5
5. サンプルプログラムの制御	6
5.1 通常歩数計測の制御フロー	6
5.2 歩行距離キャリブレーション時の制御フロー.....	7
6. API 関数仕様	8
se_PEDReset	8
se_PEDInit.....	8
se_PEDClear	9
se_PEDMeas	10
se_PEDSetUserWeight	11
se_PEDGetWalkStep.....	11
se_PEDGetWalkDist.....	11
se_PEDGetWalkTime	12
se_PEDGetExercise	12
se_PEDGetCalorie.....	12
se_PEDGetFat.....	13
se_PEDGetWalkSpeed.....	13
se_PEDGetMETs.....	13
se_PEDGetMoveState	14
se_PEDInitCalib.....	15
se_PEDCalib	15
se_PEDGetCalibData	16
se_PEDSetCalibData.....	16
7. 要求メモリ	17
改訂履歴表	18

1. 概要

本 FSA サンプルプログラムは、加速度応用システムライブラリを用いて歩数計測機能を実現します。
下記に示すような特徴を備えています。

1) リスト装着を想定した歩数計測に対応

一般的な歩数計に要求される胸、腰等の体幹部やカバン、ズボンポケット等の装着に対応するだけでなく、リスト装着での歩数計測にも対応します。具体的には、歩行時に腕を前後に振った場合でも振らない場合でも、アルゴリズムが状態を自動判別し、正確に歩数な計測を行います。

2) 歩行以外の振動による誤検出を抑圧

クルマなどの歩行以外の振動、水平方向の振動、腕の上げ下ろしによる姿勢変化を伴う振動等による歩行ステップの誤検出をし難いアルゴリズムを採用しています。

3) 歩行距離キャリブレーション

歩行距離推定精度を向上させるキャリブレーション機能をサポートしています。

4) 移動状態推定機能

ユーザーの移動状態を推定することができます。推定可能な状態は停止、歩行、乗物移動（電車、バス、クルマ等に乗車中の状態）の 3 状態です。

5) 消費カロリー計測

消費カロリー、エクササイズ、脂肪燃焼量、METs の計測機能をサポートします。

本 FSA サンプルプログラム全体の構成を図 1-1 に示します。

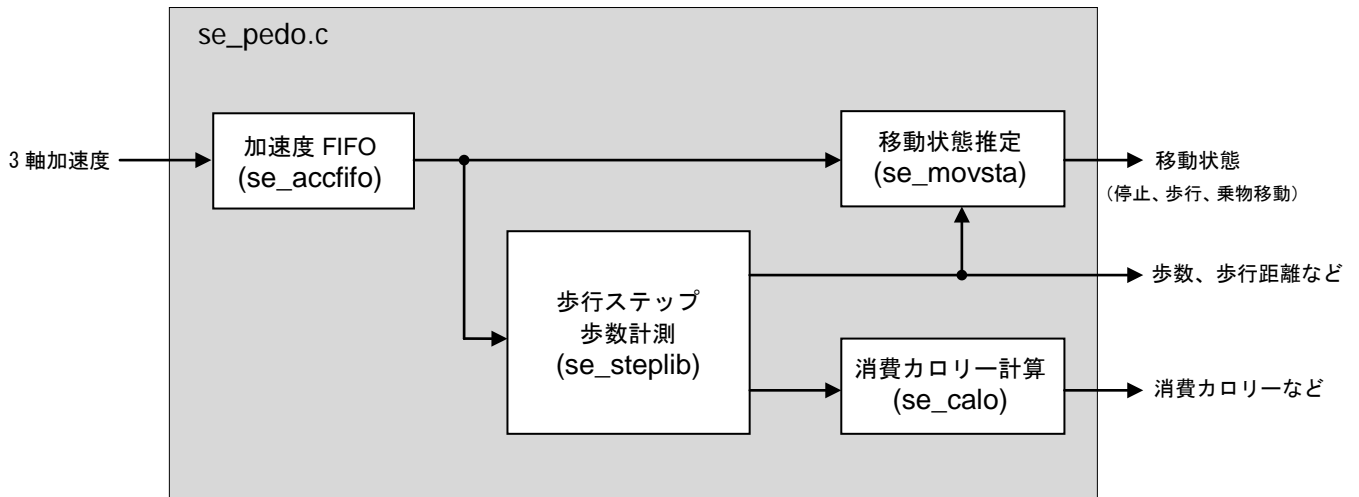


図 1-1 歩数計測の FSA ライブラリ構成

表 1-1 歩数計測サンプルプログラムのサポート関数一覧

関数	概仕様
se_PEDReset	初期化を行います。
se_PEDInit	計測結果の累計値を除く、初期化を行います。
se_PEDClair	計測結果の累計値をゼロ初期化します。
se_PEDMeas	歩数計測サンプルプログラムのメイン関数です。 25Hz もしくは 12.5Hz の加速度データを入力します。
se_PEDGetWalkStep	歩数を取得します。
se_PEDGetWalkDist	歩行距離を取得します。
se_PEDGetWalkTime	歩行時間を取得します。
se_PEDGetWalkSpeed	歩行速度を取得します。
se_PEDGetMoveState	移動状態を取得します。
se_PEDInitCalib	歩行距離キャリブレーション機能を初期化します。
se_PEDCalib	歩行距離キャリブレーションを実行します。
se_PEDGetCalibData	歩行距離補正係数を取得します。
se_PEDSetCalibData	歩行距離補正係数を設定します。
se_PEDGetExercise	エクササイズを取得します。
se_PEDGetCalorie	消費カロリーを取得します。
se_PEDGetFat	脂肪燃焼量を取得します。
se_PEDGetMETs	METs を取得します。
se_PEDSetUserWeight	ユーザーの体重を設定します。

2. サンプルプログラム構成ファイル

歩数計測サンプルプログラムは、表 2-1 に示す加速度応用システムライブラリと表 2-2 に示すソースファイルで構成されます。

表 2-1 歩数計測サンプルプログラムが使用するオブジェクトファイル

パッケージ名	オブジェクトファイル	内容
sensfifo	se_accfifo.o se_accfifo_fsa.o fsa_symbols_accfifo.def	加速度データの FIFO バッファを構成し、加速度値の正規化や LPF フィルタ処理を行います。
stepdet	se_steplib.o se_steplib_fsa.o fsa_symbols_steplib.def	accfifo から加速度データを入力して、歩行ステップ検出、歩行ステップカウント、歩行距離推定、持ち換え変更検出等の機能を提供します。
movsta	se_movsta.o	ユーザーの移動状態を推定する機能を提供します。
calo	se_cal.o se_cal_fsa.o fsa_symbols_cal.o.def	消費カロリー、エクササイズ、脂肪燃焼量、METs を計算する機能を提供します。

表 2-2 歩数計測サンプルプログラムのソースファイル

ソースファイル	内容
se_pedo.h	関数宣言、構造体型定義が記載されたヘッダーファイル
se_pedo.c	歩数計測サンプルプログラムの関数定義
fsaleftshift32.c	32 ビット左シフト用定数テーブル

なお、FSA_package_vol.2 では、“fsaleftshift32.c”を除く、歩数計測サンプルプログラムの構成ファイルを統合するビルド環境を用意しています。

表 2-3 歩数計測サンプルプログラムを構成する統合オブジェクトファイル

パッケージ名	オブジェクトファイル	内容
pedometer	se_pedo.o se_pedo_fsa.o fsa_symbols_se_pedo.def	歩数計測サンプルプログラムの構成ファイルを統合したオブジェクトファイルです。

3. 構造体

SE_PEDOMEAS 構造体

SE_PEDOMEAS 構造体は、歩行時間と歩行距離の累計値を格納する構造体です。構造体定義は `se_pedo.h` で型定義され、実体は `se_pedo.c` でグローバル変数として定義されます。なお、歩数は `se_steplib` ライブラリの内部変数で累計されます。

```
typedef struct {  
    unsigned long    ui32WalkTime;  
    unsigned short   ui32WalkDist;  
} SE_PEDOMEAS;
```

ui32WalkTime

歩行時間が格納されます。単位は 1/25 秒です。

ui32WalkDist

歩行移動距離が格納されます。単位は 1/256 メートルです。

4. マクロ定義

加速度スケールファクタのデフォルト値

se_PEDReset 関数によって設定される加速度スケールファクタのデフォルト値です。1G に相当する数値を定義します。

se_pedo.h の記述

```
// This value is set for the accelerometer scale factor by se_PEDReset().  
#define PEDO_DEFAULT_SCALE_FACTOR 4096  
//-----
```

移動状態推定機能のイネーブル設定

移動状態推定機能を使用する場合は、下記の定義を有効にします。無効（コメントアウト）した場合、移動状態推定機能に関するプログラムがコンパイルの対象から除外されます。この場合、se_movsta.o をリンク対象から除外することができます。

se_pedo.h の記述

```
// If you want to enable the moving state estimation, the following definition  
// should be enabled.  
#define PEDO_MOVE_EST_ENABLE  
//-----
```

消費カロリー推定機能のイネーブル設定

消費カロリー推定機能を使用する場合は、下記の定義を有効にします。無効（コメントアウト）した場合、消費カロリー推定機能に関するプログラムがコンパイルの対象から除外されます。この場合、se_cal.o、se_cal_fsa.o、fsa_symbols_cal.def をリンク対象から除外することができます。

se_pedo.h の記

```
// If you want to enable the calorie calculation, the following definition  
// should be enabled.  
#define PEDO_CALORIE_CALC_ENABLE  
//-----
```


5. サンプルプログラムの制御

5.1 通常歩数計測の制御フロー

図 5-1 に通常歩数計測の制御フローを示します。

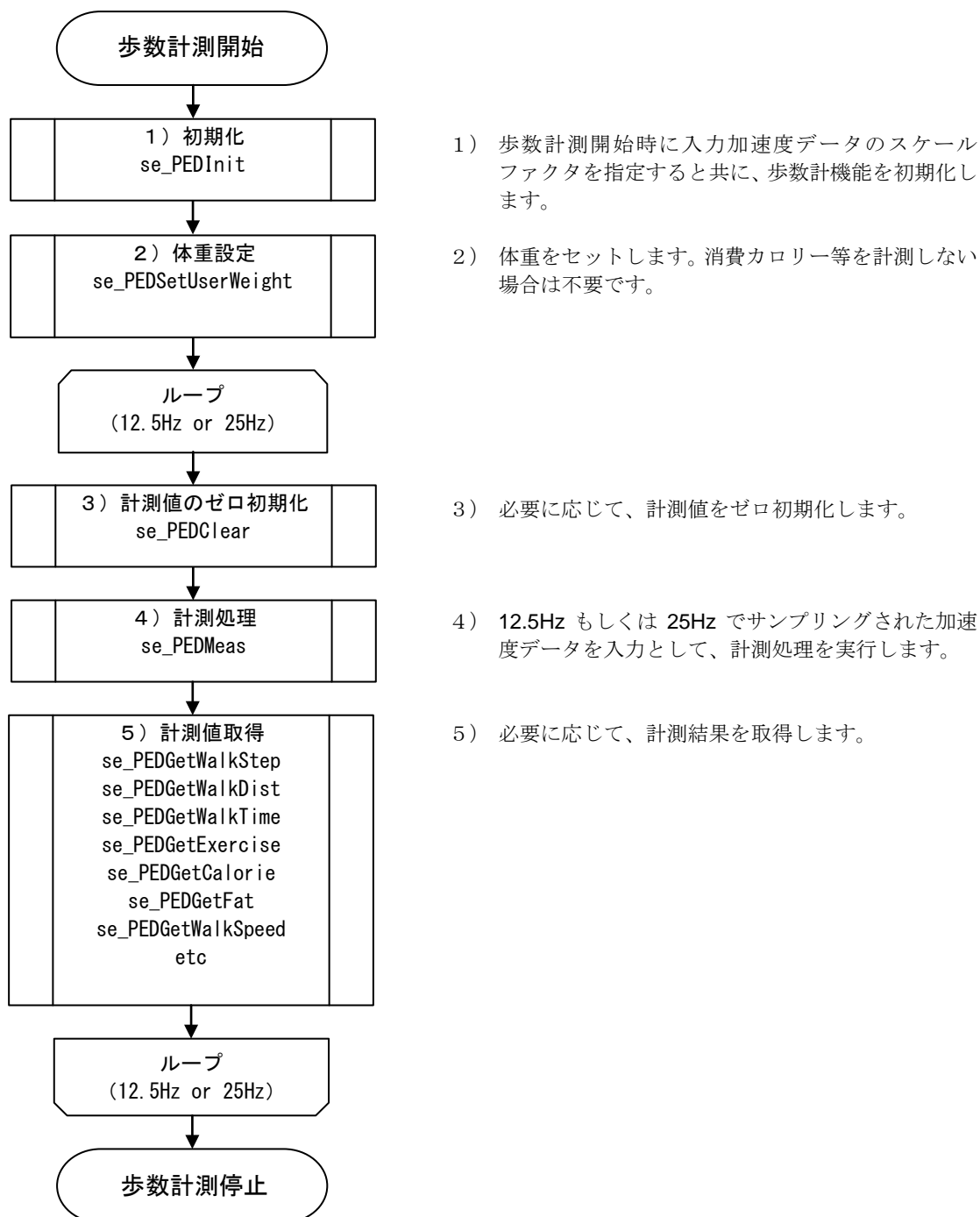


図 5-1 通常歩数計測の制御フロー

5.2 歩行距離キャリブレーション時の制御フロー

歩行距離キャリブレーションは、通常の歩数計測実行中に行うことができます。但し、キャリブレーション距離の計測中に、`se_PEDClear` 関数による計測値のゼロ初期化は行わないでください。

キャリブレーションは非常にシンプルです。例えば、100m の距離でキャリブレーションを行う場合、100m の歩行開始時に、`se_PEDInitCalib` 関数により初期化を行い、100m の歩行終了時に `se_PEDCalib` 関数に真値の 100m をセットして実行します。

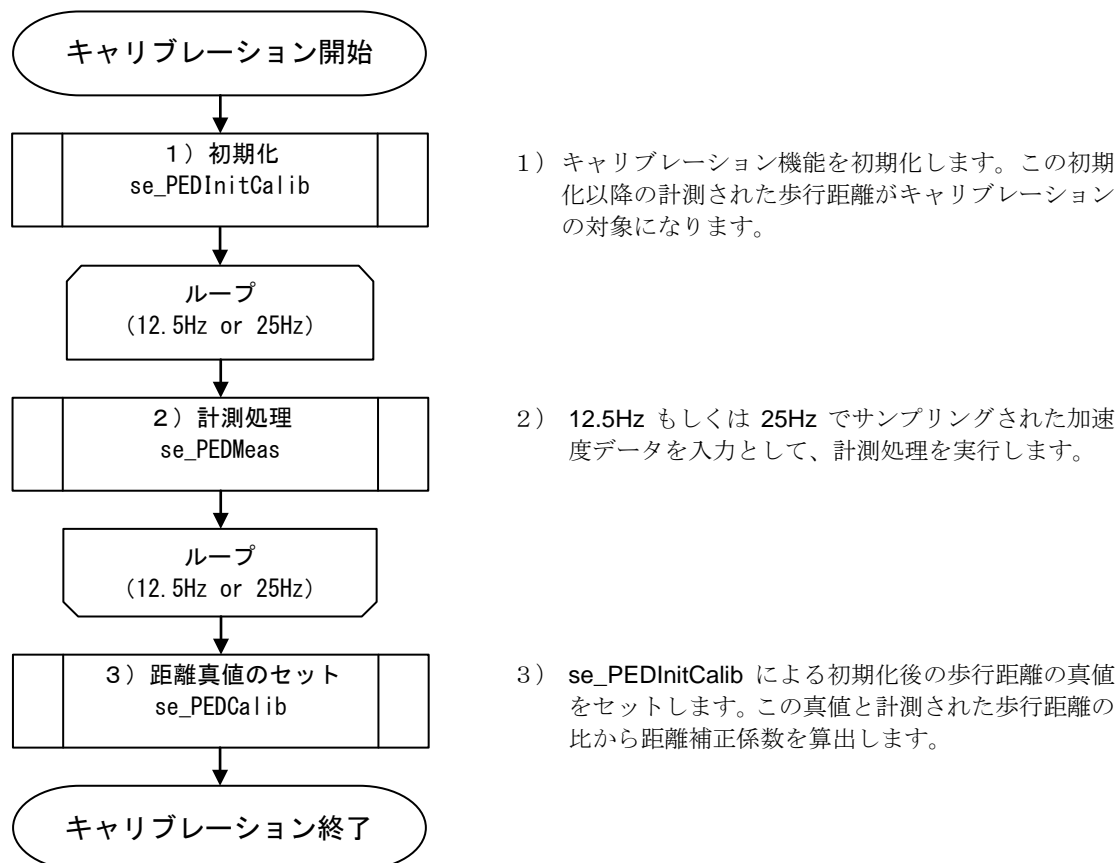


図 5-2 歩行距離キャリブレーション時の制御フロー

6. API 関数仕様

se_PEDReset

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 void se_PEDReset()

引数

なし

戻り値

なし

説明

すべての内部変数の初期化を行います。基本的にシステム起動時に 1 回だけ実行する関数です。計測データ（歩数、歩行時間、歩行距離、エクササイズ量、消費カロリー、脂肪燃焼量）のみを初期化する場合は、**se_PEDClear** 関数を使用してください。また、計測状態のみを初期化する場合は、**se_PEDInit** 関数を使用してください。

se_PEDInit

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 void se_PEDInit(unsigned short ui16ScaleFactor)

引数

(in) *ui16ScaleFactor* 加速度のスケールファクタ
1G に相当する加速度の数値を指定します。

戻り値

なし

説明

内部バッファ等の一時変数を初期化します。但し、下記の変数は初期化されません。

- ・ 計測データ（歩数、歩行時間、歩行距離、エクササイズ量、消費カロリー、脂肪燃焼量）
- ・ 体重（**se_PEDSetUserWeight** 関数の設定値）

se_PEDInit 関数は、計測を停止した状態から再開する際に必要な初期化処理をまとめた関数です。

se_PEDClear

インクルード

#include "se_pedo.h"

形式 void se_PEDClear()

引数

なし

戻り値

なし

説明

歩数、歩行時間、歩行距離、エクササイズ、消費カロリー、脂肪燃焼量をゼロ初期化します。

se_PEDMeas

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 `int se_PEDMeas(FSAREG *pFsaReg, short ai16XYZ[3], int iSampleDelay)`

引数

pFsaReg FSA レジスタ構造体のポインタ
ai16XYZ[3] 12.5Hz あるいは 25Hz でサンプリングされた 3 軸加速度データ
iSampleDelay 加速度データの計測周期の設定。12.5Hz の場合は 80 (ms)、25Hz の場合は 40 (ms) を設定します。

戻り値

戻り値は、計測情報の更新の有無を示します。ビット 1 は、歩数、歩行距離、消費カロリー等の計測値の更新の有無を示し、更新されたとき 1、そうでないとき 0 になります。ビット 2 は、移動状態が更新されたとき 1、そうでないとき 0 になります。

戻り値	移動状態推定更新	歩数計測更新
0	なし	なし
1	なし	あり
2	あり	なし
3	あり	あり

説明

`se_PEDMeas` 関数の主要な処理は FSA に実装されています。12.5Hz あるいは 25Hz でサンプリングされた 3 軸の加速度データから歩数計測し、歩行距離、消費カロリー等を計算します。この関数は原則的に加速度データを入力する都度コールします。歩数、歩行距離、消費カロリー等の計測値の更新は歩行ステップを検出する都度で行われます。

```
iState = PEDMeas(pFsaReg, ai16XYZ, 40);  
  
if (iState & 1) {  
    wait_fsa_finish(pFsaReg);           // FSA の処理が完了するまでウェイト  
  
    // PEDGetStep 関数等で最新の計測値を取得  
}  
  
if (iState & 2) {  
  
    // PEDGetMoveState 関数で最新の移動状態取得  
}  
}
```

歩数、歩行距離、消費カロリー等の計測値の更新タイミングは、`iState` と 1 の論理積で判定します。更新があった場合は、`wait_fsa_finish` 関数を実行して FSA の処理が完了するまでウェイトし、最新の計測値を取得します。

移動状態は、`iState` と 2 の論理積で判別し、更新があったとき、`se_PEDGetMoveState` 関数を実行して、最新の移動状態を取得します。移動状態の場合は、`wait_fsa_finish` 関数でウェイトする必要はありません。

se_PEDSetUserWeight

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 void se_PEDSetUserWeight(int iWeight)

引数

iWeight 体重 (kg) (設定範囲 : 0~255)

戻り値

なし

説明

ユーザーの体重を設定する関数です。なお、体重は、**se_PEDReset** 関数を実行するとデフォルト値 (**60kg**) に初期化されます。設定範囲外の数値を設定すると、上限ないし下限の数値にクリップされます。

se_PEDGetWalkStep

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 unsigned long se_PEDGetWalkStep()

引数

なし

戻り値

計測された歩数が返されます。

説明

se_PEDClear 関数により初期化した時点から、現在までに計測された歩数の累計値が返されます。

se_PEDGetWalkDist

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 unsigned long se_PEDGetWalkDist()

引数

なし

戻り値

歩行距離が返されます。単位はメートルで下位 **8** ビットが小数点以下です。

説明

se_PEDClear 関数により初期化した時点から、現在までに計測された歩行距離の累計値が返されます。

se_PEDGetWalkTime

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 unsigned long se_PEDGetWalkTime()

引数

なし

戻り値

歩行時間が返されます。単位は 1/25 秒です。

説明

se_PEDClear 関数により初期化した時点から、現在までに計測された歩行時間の累計値が返されます。

se_PEDGetExercise

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 unsigned long se_PEDGetExercise()

引数

なし

戻り値

エクササイズが返されます。下位 8 ビットは小数点以下です。

説明

se_PEDClear 関数により初期化した時点から、現在までに計測されたエクササイズが返されます。

se_PEDGetCalorie

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 unsigned long se_PEDGetCalorie()

引数

なし

戻り値

消費カロリーが返されます。単位は Kcal で下位 8 ビットが小数点以下です。

説明

se_PEDClear 関数により初期化した時点から、現在までに計測された消費カロリーが返されます。

se_PEDGetFat

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 unsigned long se_PEDGetFat()

引数

なし

戻り値

脂肪燃焼量が返されます。単位は g で下位 8 ビットが小数点以下です。

説明

se_PEDClear 関数により初期化した時点から、現在までに計測された脂肪燃焼量が返されます。

se_PEDGetWalkSpeed

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 unsigned short se_PEDGetWalkSpeed()

引数

なし

戻り値

現在の歩行速度 (m/秒) を返します。下位 8 ビットが小数点以下です。停止状態および有効歩数判定期間は 0 を返します。有効歩数判定期間経過後の最初の歩行速度は、有効歩数判定期間に計測した移動距離の合計となります。

説明

歩行速度は歩行ステップ検出時に更新されます。

se_PEDGetMETs

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 unsigned short se_PEDGetMETs()

引数

なし

戻り値

現在の歩行の METs を返します。下位 8 ビットが小数点以下です。停止状態および有効歩数判定期間は、1.0 (0x0100) を返します。

説明

METs は歩行ステップ検出時に更新されます。

se_PEDGetMoveState

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 int se_PEDGetMoveState()

引数

なし

戻り値

下記に示す移動状態推定結果が返されます。

戻り値	推定移動状態
0	停止
1	乗物移動
2	歩行移動

説明

se_PEDMeas 関数の戻り値のビット 2 が 1 のとき、この関数を実行して、最新の移動状態を取得してください。任意のタイミングで実行してもその時点の最新の移動状態を取得できます。

se_PEDInitCalib

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 void se_PEDInitCalib()

引数

なし

戻り値

なし

説明

歩行距離キャリブレーション機能を初期化します。キャリブレーション距離の計測開始時に実行します。

se_PEDCalib

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 int se_PEDCalib(unsigned long ui32Dist)

引数

ui32Dist 距離（小数点以下 8 ビット、単位：メートル）

戻り値

成功すると 1 が返されます。それ以外は 0 が返されます。

説明

歩行距離補正係数を算出します。ui32Dist に se_PEDInitCalib 関数を実行してからの歩行移動距離の真値をセットして実行します。

se_PEDGetCalibData

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 unsigned short se_PEDGetCalibData()

引数

なし

戻り値

歩行距離補正係数が返されます。小数点以下 14 ビットの数値です。

説明

歩行距離補正係数を取得します。

se_PEDSetCalibData

インクルード

```
#include "se_pedo.h"
```

形式 tvoid se_PEDSetCalibData(unsigned short ui16CalibData)

引数

ui16CalibData 歩行距離補正係数（小数点以下 14 ビット）

戻り値

なし

説明

歩行距離補正係数を設定します。

7. 要求メモリ

表 7-1 要求メモリサイズ (byte)

メモリ種別	C17	C33	FSA	FSA スタック
ROM	6144	4834	922	-
RAM	144	144	1562	50

^(*) FSA スタックメモリとは、FSA が一時的な作業領域として使用するメモリです。
具体的には、FSA がアクセス可能なメモリの最上位の領域が使用されます。

改訂履歴表

付-1

Rev. No.	日付	ページ	種別	改訂内容（旧内容を含む） および改訂理由
Rev 1.0	2015/04/03	全ページ	新規	新規制定

セイコーエプソン株式会社

マイクロデバイス事業部 デバイス営業部

東京 〒191-8501 東京都日野市日野 421-8
TEL (042) 587-5313 (直通) FAX (042) 587-5116

大阪 〒541-0059 大阪市中央区博労町 3-5-1 エプソン大阪ビル 15F
TEL (06) 6120-6000 (代表) FAX (06) 6120-6100

ドキュメントコード : 412956900
2015 年 4 月 作成