

アナログ・マイコン!?

PSoCに

目覚める本



新しいPSoCの世界

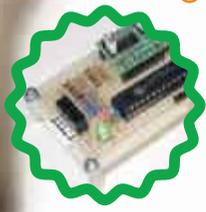
- ◎魅力的なPSoC
- ◎PSoCの中身を攻略する
- ◎準備する道具とインストール方法



28ピン
DIP型PSoC
&書き込み器
&CD-ROM
付き

高野慶一◎著
PSoCの動かし方

- ◎デジタル回路の活用
- ◎プログラム言語の役割
- ◎アナログ信号の処理方法



この一冊で
始められる

PSoCの活用例24

- ◎音遊び編: PSoCぼよよ〜ん
- ◎音遊び編: PSoCパーカッション
- ◎測定・実用編: 低周期sin波発生器
- ◎測定・実用編: シリアル・データ・ロガー
- ◎おもしろ編: 巨大な雪の結晶
- ◎おもしろ編: 16個LEDオブジェ など



28ピンDIP型
PSoC
付き



純正
書き込み器
付き

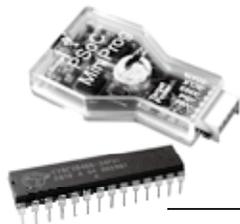


CD-ROM
付き

第0章 INTRODUCTION

アナログ制御をデジタル化!? 部品数が少なくなる

PSoCはなにができる？



PSoC (ピーソック) の世界へようこそ。PSoCはアナログ回路もデジタル回路も入っている不思議なICです(図0-1)。独自の開発環境を使って、ドラッグ&ドロップで自分の思いどおりのICが作れます。PSoCのできること、おもしろいところを例を挙げて紹介します。

あなたがこの本一冊を読むわずかな時間は、あなたのエンジニア人生において、決して無駄ではありません。“食わず嫌い”を克服することと同じように、本書の内容を一つでも実践したならばあなたが体験したことのない、すばらしい世界が待っています。PSoCワールドへ、ようこそ！

PSoCが好きになる六つのいいところ



いいところ①

プログラムをほぼ書かずに使える

PSoCは回路図を描くイメージで中身を作ることができるので、初めはプログラムの深い知識がなくてもOKです。独自のデザイン・ソフトウェア「PSoC Designer」(図0-2)を使います。



いいところ②

アナログ信号を直接処理できる

入力したアナログ信号をA-D(アナログ-デジタル)変換することなく直接扱えるアナログ回路をいくつも内蔵しています[図0-3(a)]。またフィルタも構成でき、値は設計時(デザイン中)に数値で設定するだけなので外付け回路を組む必要がありません。マイクやライン信号のような微小なアナログ信号も内蔵アンプに直接入力できます。



いいところ③

ロジック波形が簡単に出力できる

PSoCはロジックICの機能をもったブロックをPSoC Designerの画面上(図0-2)で自由に配置でき、信号の波形をイメージしながら回路を作成

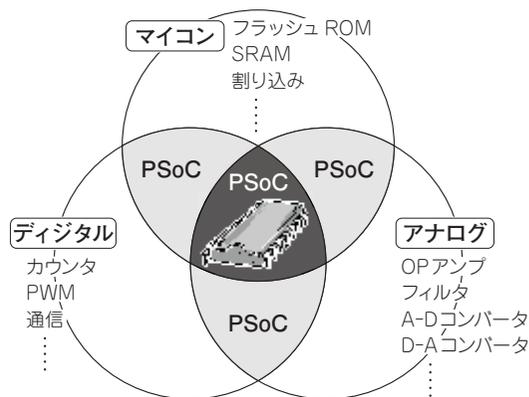


図0-1 PSoCはアナログ、デジタル、マイコンを一つに収めたICのようなもの

できます[図0-3(b)]。設計時に値を決めておけば、プログラムで設定することなくロジック信号(デジタル波形)を出力できます。出力した波形はLEDを点灯したり、ブザーを鳴らしたり、タイマとして外部の機器のON/OFFに使うことができます。個別ICの組み合わせがワンチップに格納されているとも言えます[図0-3(c)]。



いいところ④

内蔵発振器が備わっている

24MHzと32kHzの発振器を内蔵しており[図

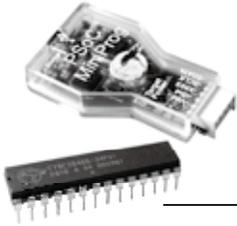
第 章

CHAPTER

マイコンではないシステム・オン・チップの特徴

魅力的なPSoC

PSoCはマイコンではなく、プログラマブル・システム・オン・チップです。開発環境PSoC Designerは、ビジュアルでブロックに機能をドラッグ&ドロップしてPSoCの中を構成します。プログラムもほぼ使いません。そんなPSoCの種類や開発環境の詳細などを解説します。



1-1 PSoCって何?

PSoCとは「Programmable System on Chip」(プログラマブル・システム・オン・チップ)の頭文字をつなげたもので、「ピーソック」と呼びます(写真1-1)。直訳すると「書き換え可能なシステムが載ったチップ」とでもなりましょうか。ユーザ(使用する人)が自由に変形(組み換え)できるアナログ系・デジタル系の回路で構成した小さなシステムが、ワンチップICにたくさん載っているようなイメージです。この小さなシステムのことを「ユーザ・モジュール」と呼び、パソコン画面上で自由に組み合わせて自分の思いどおりのICを作り出すことができます。CPUやメモリも内蔵されています。いわば「マイコン機能付きオリジナル・カスタムIC」を作れるのです。

一見普通のマイコンに見えるのですが、実はアナログ回路が入っていて、それも自在に扱うこと

ができるという特徴が注目されています。つまりアナログの部品がPSoCに入っていると考えることができます。同様にデジタル部分も自由にカスタムできることも特徴です。アナログとデジタルをミックスできるのです。そして、それをマイコンのファームウェア(プログラム)がちょこっとあれば駆動してしまうので、不思議なICだと思っています。

1-2 マイコンとは違う?

「マイコン」とは「マイクロコンピュータ」や「マイクロコントローラ」の略称で、CPUを使って制御するICのことをいいます。PSoCは前述のように「マイコン機能付きIC」です。

このようなややこしい呼び方をする理由は、このICがCPUやプログラムを中心に使うのではなく、ユーザ・モジュールという電子回路どうしを組み合わせるからです。CPUの役割はユーザ・モジュールを「スタートする」、「止める」といった補助的な役割から始まるため、「同じ線上にある一つの機能」という見方ができます。PSoCは「マイコン」ではなく「システム・オン・チップ」なのです(図1-1)。

これは使い始めるとよくわかります。まず内部の回路配線をデザイン(開発環境でユーザ・モジュールを組み合わせることを言う)して構成や機能を決めてから、プログラムを書くからです(図1-2)。

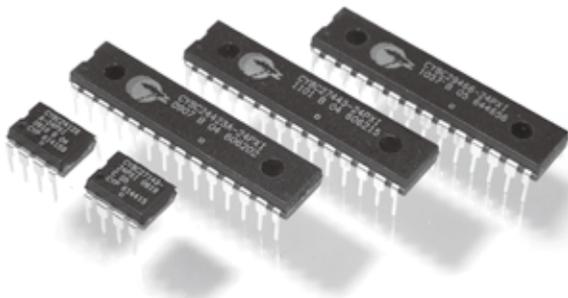


写真1-1 電子工作をするときに使いやすいDIP型のPSoCのラインナップ

PSoC王国

PSoCの中身を特大サイズで紹介します。中身はデジタルとアナログの領域があります。各ブロックにユーザ・モジュールを割り当てることによって、機能が使えるようになります。CPUは使わないこともできます。

PSoCの住人たち

		
CPU ユーザ・モジュールの補助的な役割をはたす一つの機能	空きデジタル・ブロック・アレイ まだ機能をもっていない 組み換え可能な回路の集合体	空きアナログ・ブロック・アレイ まだ機能をもっていない 組み換え可能な回路の集合体

機能

			
スイッチ	カウンタ	センサ	マイク

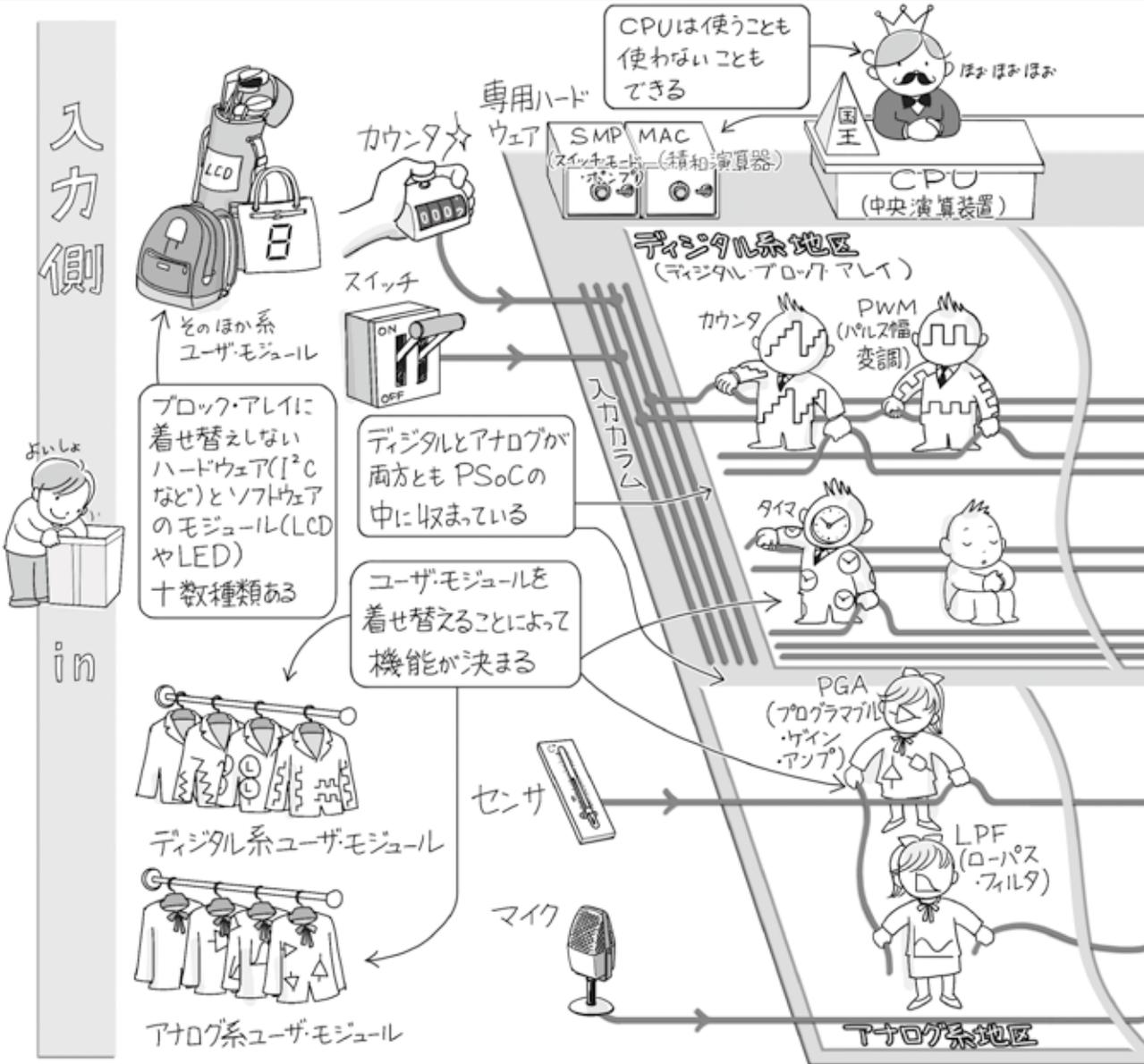
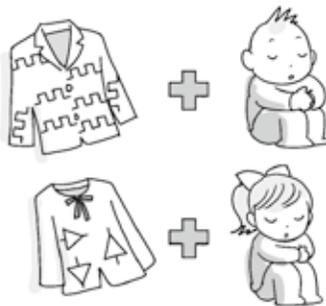
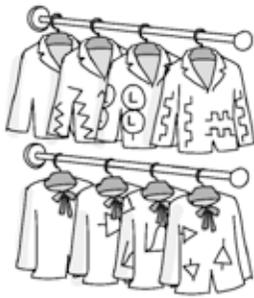


図1-8 PSoCの中身をイラストで表現するようになる



DBB00
PWM16.1

ACB00
PGA.2

ユーザ・モジュール

アナログ系・デジタル系の回路で構成した小さなシステム

① 機能を選んで配置

自分の使いたい機能(ユーザ・モジュール)を選んで、空いているブロックにドラッグ&ドロップをする

② 完成!

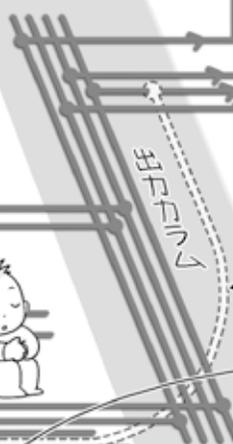
ユーザ・モジュールができる。これらを組み合わせせて自分の思いどおりのICを作る

PSoCに備わっている
専門の機能

専用ハードウェア



通信



非同期
シリアル
通信

出番ある
かな...



(アナログ・プロセッサ)



制御出力

デジタル→アナログ通路
(ポート)

アナログ→デジタル通路
(コンプレータ・バス)



リー音(スズムン) スピーカなど
基準電圧
など

出力側

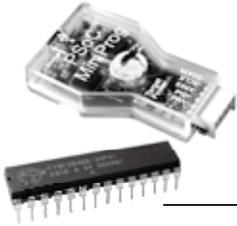


out

第2章 CHAPTER 2

アナログとデジタルの顔をもつユーザ・モジュールの正体を知る

PSoCの中身を攻略する



ユーザ・モジュールと呼ばれる、あらかじめ用意されているさまざまな機能を、ブロック・アレイという電子回路に配置して自分の必要な機能だけを設定します。このユーザ・モジュールの使い方と、本書の中でひんぱんに登場する一例を簡単に紹介します。

2-1

ユーザ・モジュールは 組み換えできる電子回路

pp.20～21の図1-8では「ユーザ・モジュール」を、着せ替える服として説明しました。着せられる側を「ブロック・アレイ」と呼んでいます。

ブロック・アレイの中身は、さまざまな種類の電子回路に組み換え可能な回路の集合体です。これをパズルのように組み合わせて目的の動作をさせます。その動作が書いてある「設計図」がユーザ・モジュールの正体です(図2-1)。

PSoC Designerにはデジタル/アナログ合わせて80種類ものユーザ・モジュールが用意されており、必要な種数を配置して回路を作り上げるのです。ユーザはこれをPSoC Designerで配置して、いくつかの設定値を決めていく作業を行えば自分だけのICを作れます。

2-2

ユーザ・モジュールの 種類と配置場所

詳しい配置のやり方は第5章以降で紹介します。図2-2はPSoC Designerのメイン画面とユーザ・モジュールを配置した例です。

ブロック・アレイにはデジタル系とアナログ系が存在し、デジタルは2種類、アナログは3種類があります(図2-3)、カウンタやPWMなどのデジタル・ユーザ・モジュールは、デジタル・ブロック・アレイのどの位置にも配置できますが

(SPIやUARTなどの通信系は、右側のDCブロック・アレイのみ)、アナログ系ユーザ・モジュールは位置の制約があり、どの場所にも希望のユーザ・モジュールを配置できるというわけではありません。第4章以降で詳しく解説するので、少しずつ実例とともに慣れていきましょう。練習用のプロジェクトを作り、「置いてみてだめならほかの場所」方式でやり方を習得する方法も一つの手段です。

ユーザ・モジュールを配置した後は、配線を行います。図2-2のように、ユーザ・モジュールの周りを縦と横に引かれている線が囲んでいます。この線にユーザ・モジュールを接続してI/Oポートに信号を出力したり、ほかのモジュールに入力して回路を接続したりします。

2-3

本書でよく使う ユーザ・モジュールの例

実際の数値の設定などは、第5章以降で実例とともに設定のリストを掲載します。ここではよく使うユーザ・モジュールの一例を少しだけ紹介します。

●デジタル系

Counter8 『Counter8』(カウンタ8)
8ビット幅のダウン・カウンタで、Counter8_1 最大255から0まで-1ずつカウントしていく内部カウンタをもっています。幅の違う連続パルス(PWM波とも呼ぶ)の作成や、内蔵クロックを分周して任意のクロックを作るのに用います。

第3章 CHAPTER

部品を使いやすくする加工から開発環境の設定までの下ごしらえ 準備する道具とインストール方法



PSoC 開発において必要になる道具や、部品を使いやすくする加工方法、開発環境をインストールする手順と詳細な設定を紹介します。はんだ付けなどで加工する部品や、製作する実験ベンチは今後の章で何度も繰り返し使用するので、ぜひ作ってみてください。

3-1 準備する道具と部品

あるとべりな道具や必要な部品など(表3-1)を紹介します。筆者が工作をしていて気づいた工

夫も合わせて記載するので参考にしてください。ここで紹介する道具や部品などはホーム・センタや電子部品ショップで購入できます。

◆パソコン
Windowsパソコンが必要です。筆者が動作を

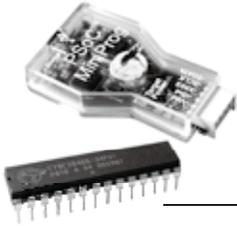
表3-1 本書で使う部品と道具

<p>アンプIC NJM2073 アンプIC NJM386BD (LM386N) 積層セラミック・コンデンサ 0.1μF セラミック・コンデンサ 47pF 電解コンデンサ 右から 220μF, 10μF, 1μF 抵抗 右から 330Ω, 1kΩ, 10kΩ φ5 砲弾型LED 長いほうがアノード(A)</p>			
<p>工作に使用したおもな電子部品</p>			

第4章 CHAPTER 4

スタート命令やフィルタの設定方法が身につくレッスン

PSoC Designer を動かす手順



PSoC Designer を動かすときの初期設定「グローバル・リソース」や、ユーザ・モジュールを画面上に置いて配線する基礎的な使い方を解説します。またフィルタを使ったピープ音を鳴らすレッスンを手順を追って示しますので、まねをして実験してみてください。

4-1 デジタルとアナログの経路

PSoC Designer を使ううえで欠かすことのできないPSoCの信号経路を押さえていきましょう。

- ① 発振はシステム・クロックからVC1, VC2, VC3を通して使う。さらに低いクロックはCounter8や16で分周する
- ② デジタル・ブロックの信号はほとんどのポートに入力できる
- ③ デジタル・ブロックの信号はほとんどのポートから出力できる
- ④ アナログ・ブロックの信号入力はポートP0[0]～P0[7]に限定される
- ⑤ アナログ・ブロックの信号出力はポートP0[2]～P0[5]の四つである

- ⑥ デジタル・ブロックからアナログ・ブロックへの信号の受け渡しはポート経由 (P0[0]～P0[7])
- ⑦ アナログ・ブロックからデジタル・ブロックへの信号受け渡しは、コンパレータ (COMP) などをつつ使い、4本あるコンパレータ・バスを使う
- ⑧ 一つのポートにアナログ出力とデジタル出力の混在はできない

4-2 グローバル・リソースのセッティング

グローバル・リソースとは、システム内の共通項目です (図4-1)。デフォルトのままでも使えますが、新規にデザイン (プロジェクト) を作成したときはひととおりの目を通しましょう。



図4-1 CY8C29466のグローバル・リソースの一覧兼セッティング画面

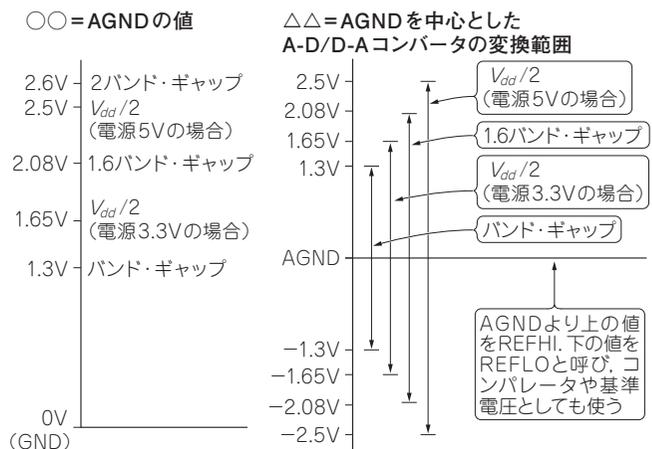
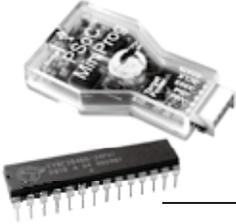


図4-2 RefMuxの関係。RefMuxが(○) +/- (△)の場合

2ND AREA · PSoCの動かし方

第5章 CHAPTER 5

デジタル・ブロック配線の規則や機能をLEDで見るレッスン デジタル・ブロックの活用



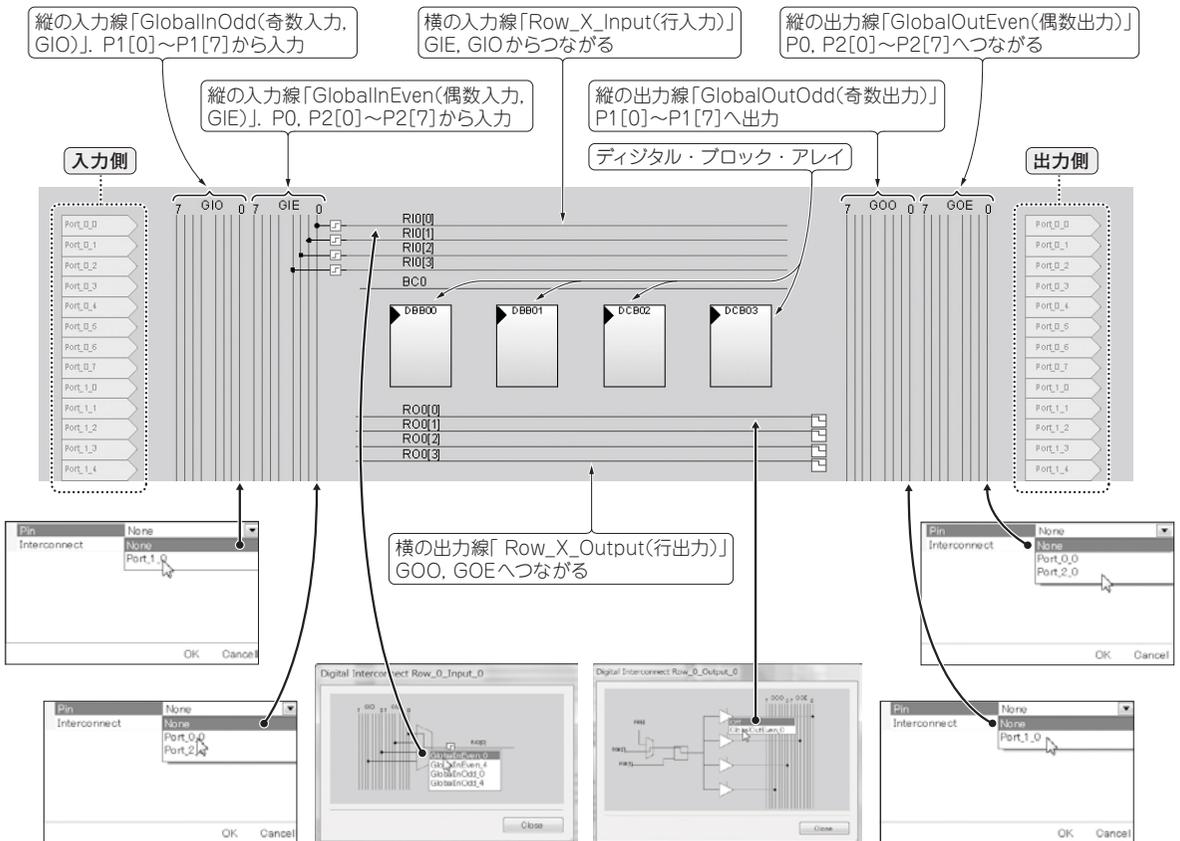
デジタル・ブロックの入力/出力を内部配線するときのルールや、アナログ・ブロックからデジタル・ブロックに入力するときを使うコンパレータなどを紹介します。レッスンではLEDを光らせて各機能の確認を行います。デザインは各レッスン共通です。

5-1 デジタル・ブロックを動かす

デジタル・ブロックの配線は縦でも横でも自由自在とはいかず、規則があります。

デジタル・ブロックはポートから縦の入力配

線「グローバル・インプット・バス : GIO, GIE」を通し、そこから横の入力配線「ROW_X_Input_N (X, Nは番号)」を経由してデジタル・ブロックへ入力します(図5-1)。また、出力は横の出力配線「ROW_X_Output_N (X, Nは番号)」に出した後、縦の出力配線「グローバル・アウト



それぞれの線を左クリックすると出てくる選択画面

図5-1 デジタル・ブロック周辺の配線



第6章 CHAPTER 6 マクロ命令でLCD表示や割り込み処理のレッスン プログラム言語の役割

PSoC1独自の8ビットコアCPU「M8C」を駆使して、PSoCのシステムに用意されているマクロ命令を使うレッスンをを行います。レッスンではI/Oポートとプログラムだけの「じゃんけんマシン」や第8章でも登場するキャラクタLCDの表示をする「LCDベンチ」を製作します。

6-1 ユーザ・モジュールの管理人

プログラム言語の役割は、最初はmain.cの中のmain()関数内にスタート命令を書くだけなので、ユーザ・モジュールの管理人といったところです。スタート命令と呼んでいた関数は、API (Application Programming Interface の略称) と呼ばれる関数の一つで、Cコンパイラに備わっているものではなく、ユーザ・モジュールを生成するときに作り出される関数です。

C言語はmain()という関数で始まります。実は

その前にスタートアップと呼ばれる「boot.asm」というプログラムが存在します。表に出てこないで意識することはありませんが、ここからmain()へ飛んでいます。一般的なmain()関数は、処理を継続するため制御ループに入り終了しないことが多いのですが、PSoCのスタート命令だけでは終了してしまいます。その終了したあとはboot.asmに戻り、「何もしない」でぐるぐる回っています。

ユーザ・モジュールを配置し「生成(構築)」すると、API関数を記述したアセンブラ・プログラム・ファイルがいくつも作成され、最終的に「リンク」作業で一つのプログラムになります(図6-1)。

```
boot.asm
1 ; Generated by PSoC Designer 5.1.3309
2
3 #!id: boot.tpl#999 #
4
5 FILENAME: boot.asm
6 Version: 4.21
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
```

プロジェクトとは多数のプログラムの集合体。「boot.asm」,「main.c」のほかにも合成されるプログラムは多数ある

「ユーザ・モジュール」を配置し「構築」すると作成されるコード。この例は「Counter8_1」を生成すると自動的に作成され、API関数などが記述される

「割り込み」処理や宣言は各自記入する

「main.c」はプロジェクトを作成したときに作られ、「main()」関数からプログラムが実行される。「main()」関数は初めは「空」である

多くの「マクロ命令」が記述されているので参照しよう

```
main.c
1 //-----
2 // C main line
3 //-----
4
5 #include <m8c.h> // part spe
6 #include "PSoCAPI.h" // PSoC API
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
```

「main.c」に飛び

main()に移る

main()が終了すると無限ループ

図6-1 プログラムの構成

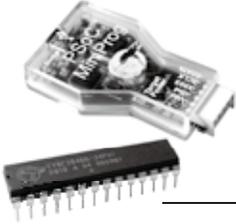
2ND AREA · PSoCの動かし方

第7章

CHAPTER 7

デジタル信号もアナログ信号として使うことができる!?

アナログ信号の処理方法



外部や内部からのアナログ信号をPSoCに入力する三つの方法や、アナログ・ブロックの種類・中の構造(回路)などを紹介します。また、アナログ処理の配線の順番、デジタル信号をアナログ信号として扱える考え方、AGNDの使い方も解説します。

7-1 アナログ信号を入力

PSoCのアナログ信号の入力方法は大きく分けて三通りあります。

入力方法1 センサやマイクなどの外部から入力して加工する

入力できるポートはP0[0]～P0[7]の8本です。このうちP0[2]～P0[5]の4本はアナログ出力も兼ねています[図7-1(a)]。

入力方法2 デジタル部で作ったパルス波形をアナログ部に入力する

デジタル信号も振幅が5Vのパルス型の信号として扱います。P0[0]～P0[7]に出力したものを、アナログ信号として入力方法1と同様に利用します[図7-1(b)]。

入力方法3 プログラムを使いD-A変換して内部に入力させる[図7-1(c)]

内蔵D-A変換器の多くは外部に出力するだけですが、PSoCでは内部で再利用することができます。

7-2 アナログ・ブロックは3種類

ユーザ・モジュールを配置するにはアナログ・ブロックの種類が重要なポイントになります。図7-2を見ながら説明します。

- ① 図7-2(a)のブロックはCT(連続時間)ブロックと呼ばれ、普通のOPアンプとアナログ・スイッチの集合体です。デザイン上はクロック入力がありますが、概念上の内部はクロックに依存しない純粋なアナログ回路で、図7-2(b)、(c)

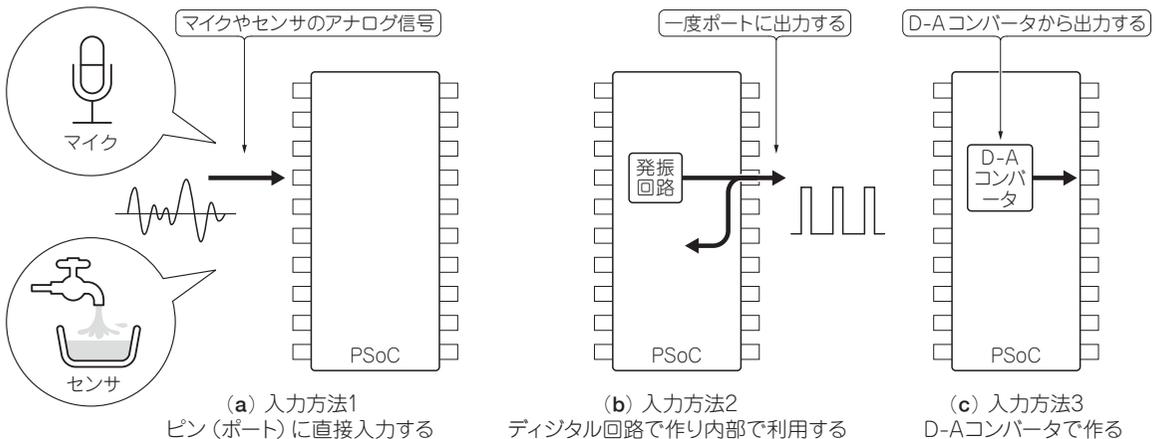


図7-1 アナログ信号の入力方法

見本

ISBN978-4-7898-1754-7

C3055 ¥4800E

CQ出版社

定価：本体4,800円（税別）



9784789817547



1923055048003

このPDFは、CQ出版社発売の「アナログ・マイコン!? PSoCに目覚める本
(28ピンDIP型PSoC&書き込み器&CD-ROM付き)」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/17/17541.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>

マイコンと電子工作 

Webサイト  <http://www.eleki-jack.com/support/postindex.html>