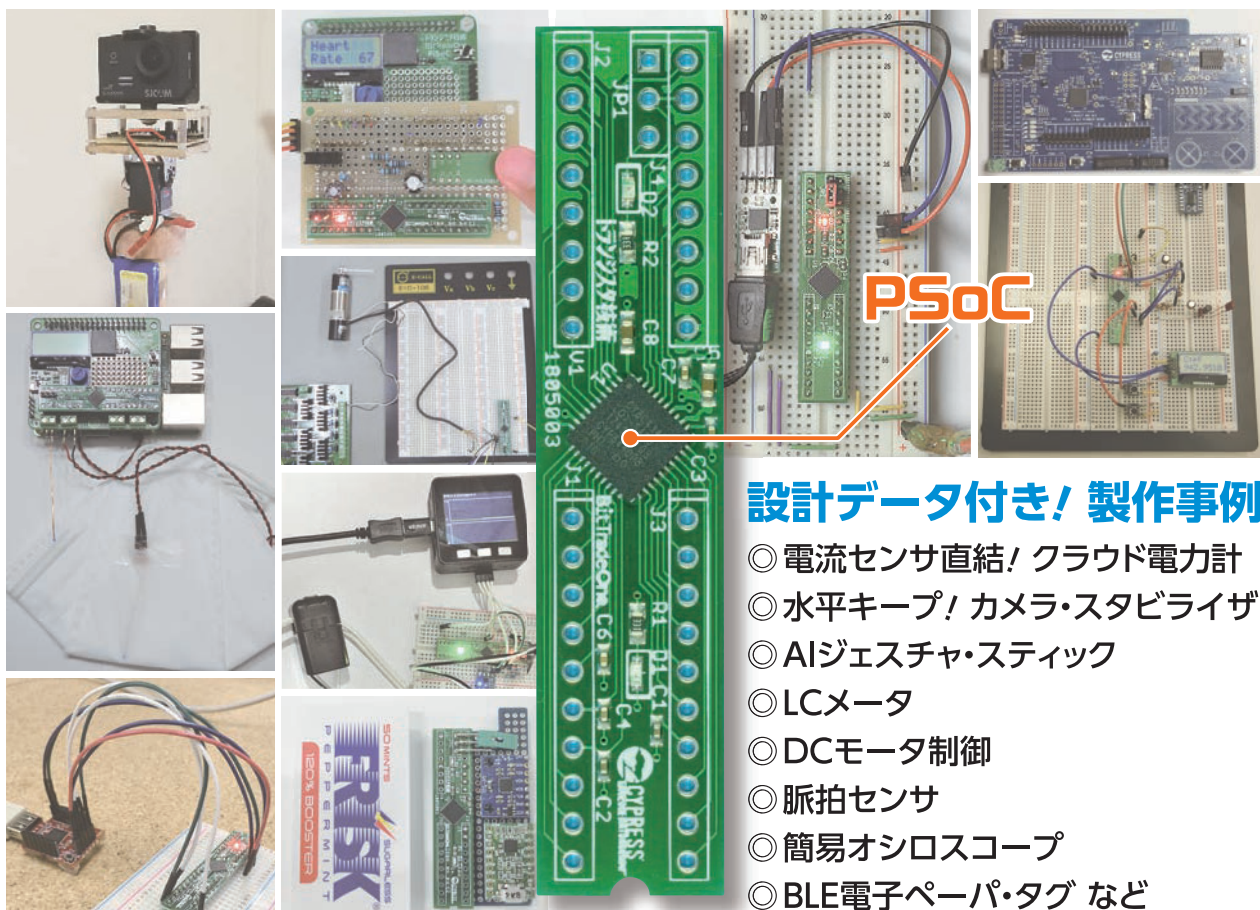


OPアンプからロジック/CPUまで内蔵!
「電子ブロック」のようにハードウェアを組める

PSoC基板で始める 回路プログラミング



PSoC

設計データ付き! 製作事例

- ◎ 電流センサ直結! クラウド電力計
- ◎ 水平キープ! カメラ・スタビライザ
- ◎ AIジェスチャ・スティック
- ◎ LCメータ
- ◎ DCモータ制御
- ◎ 脈拍センサ
- ◎ 簡易オシロスコープ
- ◎ BLE電子ペーパー・タグ など

すぐに試せる基板 &  DVD-ROM 付き

このPDFは、CQ出版社発売の書籍「PSoC基板で始める回路プログラミング」の一部発本です。
 内容: 購入方法に詳しい記事のWebサイトをご覧ください。
 ② お手本設計データ & スタートアップ動画入 **見本**
 内容: <https://shop.cqpub.co.jp/hamban/books/MIF/MIFZ202305.html>



これはマイコンではありません
パソコン上でハードウェア開発できる

電子ブロックのように回路が作れる 「PSoc」の世界観

桑野 雅彦 Masahiko Kuwano

フリーのシミュレータやプリント基板CADが普及して、今やパソコン上で回路設計をすることが当たり前になりました。これらはいずれも実体を伴わないバーチャルなものづくりです。

本書で紹介するPSocは、一言でいうと「パソコン上でリアルにはんだ付けできるIC」です。パソコンの画面上で設計した回路が、そのままICの中に作り込まれて、動き出します。電車の中であろうと、思いついたらその場で電子工作ができます。

PSocの内部は、まるであの電子ブロックのようにパソコン上で回路が組み立てられます。

「PSoc Creator」と呼ばれる専用の開発ツールは、回路図エディタを備えていて、OPアンプやA-D/D-Aコンバータなどの部品(コンポーネントと呼ぶ)を置くだけでPSocの中に回路ができます。

〈編集部〉

マイコンを紹介するときは、そのハードウェア内にある特筆すべき点を取り上げるのが普通です。

PSocであれば、プログラマブルな内部回路を持つワンチップ・マイコンとして紹介するのは普通でしょう。それだけであれば、今や他社からもさまざまなプログラマブル・ロジックを内蔵したマイコンが発売されているので、「あれと同じようなものか」といつも

使っているマイコンを思い浮かべるでしょう。

PSocの最大の特徴は、デバイスの性能もさることながら、図1のようにまるであの「電子ブロック」のように回路を組める開発手法にあります。電子ブロック風の開発手法を支えているのがPSoc Creatorと呼ばれるPSoc用の開発ツールです。

本稿では、PSocとPSoc Creatorの魅力を紹介します。

魅力①：はんだごてを使わずに ハードウェア製作

● CPUはコンポーネントの1つ! プログラマブル・アナログ/デジタル回路IC「PSoc」

PSocは、Programmable System on Chipの頭文字を取って命名されたICです。製造元であるインフィニオンテクノロジーズ(旧サイプレス セミコンダクタ)は、「PSocはPSocだ。マイコンではない」と言っていました。分かりにくかったためか、現在ではマイコンに分類しています。

PSocファミリは、旧サイプレス セミコンダクタのオリジナル8ビットCPU M8Cコアの初代PSoc 1のほか、8051互換コアを搭載したPSoc 3、Arm Cortex-M3を搭載したPSoc 5、今回紹介するPSoc 4など、

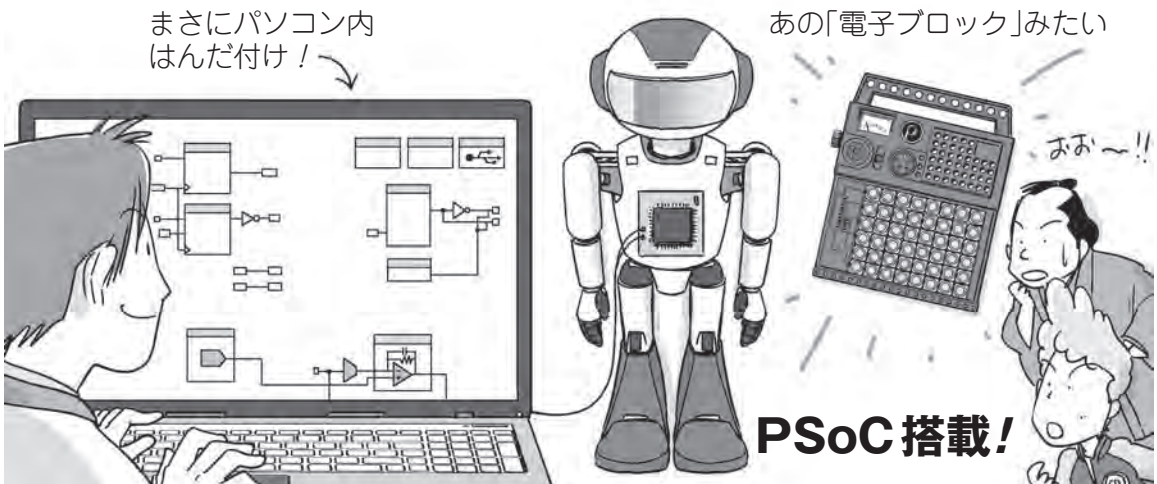


図1 PSocとPSoc Creatorを使うと、「電子ブロック」のように回路を作れるようになる

見本

さまざまな製品があります。

PSoC 1は、プログラマブルなアナログ/デジタル・ブロックを相互に結線し、ブロック間でアナログ/デジタル演算を行うことがメインで、CPUはそれを手助けする程度の位置づけという、かなり独特でクセの強いデバイスでした。上手に使うと劇的に周辺回路が削減できます。

PSoC 3/5、本書の付属基板上に搭載されているPSoC 4などの新しいPSoCファミリは、いずれもアナログ演算機能を削減して、一般的なマイコンに近いデジタル演算に注力したスペックです。

● 回路構成はレジスタ設定なので動的切り替えも可

PSoCは、豊富なアナログ・ブロックや強力なデジタル・ブロックを多数搭載している、少々風変わりな内部構成をしています。

そのため、内部に特殊な回路があって、これをフラッシュ・メモリのように書き換えているイメージがあるかもしれません。

PSoCの内部の設定や、ブロック間の相互接続は、すべてレジスタ設定で行われます。アプリケーション・プログラムが動作している途中で動的に設定を切り替えることも可能です。図2のようにパソコン内部とリアルが連動するイメージです。

これらの初期設定プログラムは、GUI上での設定に応じてPSoC Creatorが自動的に生成するので、ユーザがこれらの存在を意識する必要はありません。もちろん、必要があれば、ユーザ・プログラムの中で書き換えることもできます。プログラム自体は、アセンブリ言語のソースコードとして生成されます。

私は、あるアプリケーションを作成する際、ジャンパ・ピンによって動的に設定を切り替える必要がありました。そのときは、自動生成されたソースコードを一部流用して、アプリケーション・プログラムの中で設定を変更しました。

魅力②：「電子ブロック」のように回路を組み立てられる

● PSoCと一心同体の開発環境

PSoC 3以降のPSoCの開発ツールとしてインフィニオンテクノロジーが用意しているのは、PSoC Creatorと呼ばれる統合開発環境です。

PSoC Creatorは、PSoC第2世代以降の製品すべてに対応しています。PSoC 3/4/5など、さまざまなファミリがあり、内部構成はそれぞれ異なりますが、すべてPSoC Creatorで開発できます。旧富士通のFM0+ファミリもPSoC Creatorで開発できます。

このPSoC CreatorこそがPSoCの魅力を最大限に引き出す要といっても過言ではありません。

普通のマイコンの開発環境は、先に完成したハードウェアがあり、その上で動くソフトウェアを開発するために作ったという位置づけのものが多く、このように作られた開発環境は、汎用性を重視しているので、全製品共通ではないデバイス固有の機能への細かいサポートがないことも普通です。新しいバージョンのツールでは、旧製品をサポートしないこともあります。

PSoCは、PSoC Creatorとデバイスが一心同体と言っても良いほど密接に関連しています。

● 部品箱から選んで画面に並べるだけ

▶ 電子ブロックの構成要素「コンポーネント」

PSoC Creatorは、第2世代以降のPSoCファミリのチップに関する情報をすべて把握しています。

PSoC Creatorは、図3のようにそれぞれのデバイスが持つ内部機能を使うためのコンポーネント(ライブラリ)をいくつも用意しています。使うデバイスに応じて、表示されるコンポーネントの一覧も切り替わります。

ユーザは、PSoC Creatorが提示したコンポーネント一覧の中から、使いたいものを選んで並べるだけで

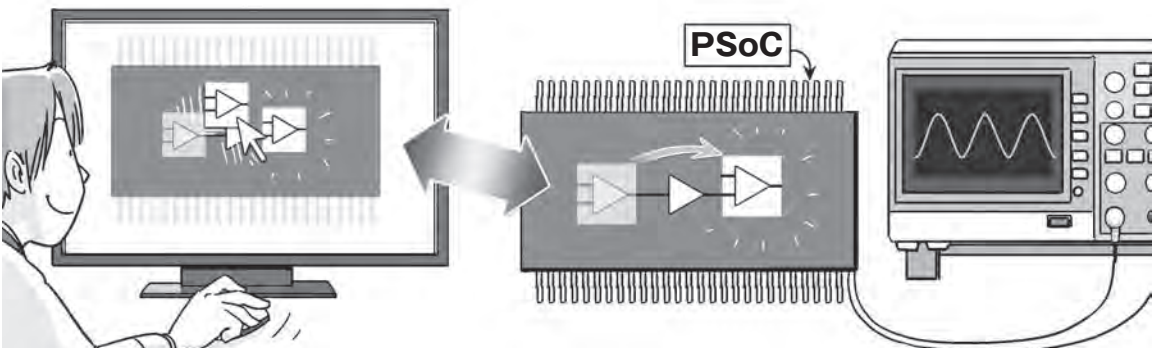


図2 PSoCの魅力①…はんだごて無しでハードウェアが作れる
回路構成はすべてレジスタ設定なので動的切り替えもできる



図3 PSoCの魅力②…「電子ブロック」のようにハードウェアを組み立てることができる
「電子ブロック」の構成要素はPSoC Creator上に豊富に用意されている

す。コンポーネントの初期設定もGUI上で行えます。

▶ユーザは自動生成された関数を実行するだけ

PSoC Creatorは、使うコンポーネントやそれらの初期設定に応じて、初期化コードやコンポーネントを利用するためのライブラリ関数(API: Application Programming Interface)を自動生成します。

ユーザは、プログラムの中でAPIを呼び出すだけでコンポーネントが使えるようになります。

PSoC Creatorを使うときは、デバイス内部のレジスタ構成やI/Oの配置など、普通のマイコンのデータシートに記載されているようなことは、ほとんど意識することはありません。

ユーザは、PSoC Creatorが用意したコンポーネントを選び、生成されたライブラリを使うだけです。コンポーネントが実際にマイコンのどのハードウェアで実現されているのか、APIの中でどのような処理をしているのかについては気にすることはありません。

▶その気になれば中身を詳細に見れる

Cやアセンブラのソースコードとして生成されるだけなので、中身を読むことも可能です。

PSoC Creatorを使っている限り、ユーザから見えるのはあくまで「コンポーネント」であり、実際のハードウェアではありません。PSoC Creatorで開発したものを動かすプラットフォームがPSoCであると思ってもよいくらいです。

● ユーザ思いの親切設計

PSoC Creatorは、普通の統合開発環境のように、プログラムのコーディングやビルド、デバッグを行うだけのツールではありません。

プログラム開発時に使うドキュメント類や資料の閲覧、デバイスの設定、ライブラリの自動生成などを含めた一連の作業をすべて1つのアプリケーションにまとめた「統合開発環境」です。

PSoC Creatorはアプリケーション・プログラム作

成の際に必要な機能を見事に集約した、実にユーザ思いなツールです。

私は仕事柄いろいろなメーカのマイコンに触れる機会がありますが、「PSoC Creatorだったら簡単だったのにと」思うことが何度もありました。

PSoC Creatorはユーザをマイコンの細々したことから解放して、本来頭を使うべきところに集中してもらえるように考えられた、真の統合開発環境だと言えます。

▶(1) 部品通販サイトのようにデバイス選びができる

PSoC Creatorには、部品通販サイトのようなデバイス選定画面(図4)でデバイスが選べます。

もちろん通常の型名指定もできます。

▶(2) 使用する内部I/O(コンポーネント)とライブラリを自動生成してくれる

PSoC Creatorは、ユーザが使う機能ブロックを「コンポーネント」と呼んでいます。

マイコンに内蔵される周辺機能ブロックは、すべてコンポーネントとして用意しています。図5のように使いたいコンポーネントをパソコンの画面上に並べて、必要に応じて結線します。

コンポーネントは、内部のI/O機能と1対1とは限りません。複数のI/Oを組み合わせていたり、ハードウェアを伴わない単なるソフトウェアであったりします。コンポーネントは、ハードウェアを仮想化する仕掛けと思っても良いかもしれません。

コンポーネントの設定は、GUI上で設定画面を開けば行えます。A-Dコンバータであれば分解能やサンプリング・レート、タイマであれば周期やマッチ検出などが設定できます。

PSoC Creatorは、ビルドするときに配置したコンポーネントをチェックして、初期設定やライブラリなどを自動生成します。

普通のマイコンだと面倒な割り込み処理も、専用のエントリ関数が自動生成されます。割り込み処理に

スペックを見ながら
デバイスを選べる

	CPU	Family	Series	Package	Max frequency (MHz)	Flash (KB)	SRAM (KB)	EEPROM (KB)	IO	CapSense	IndSense	Bluetooth
Filters:												
CY8C4013LQI-411	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	16-QFN	16	8	2	-	12	-	-	-
CY8C4013SXI-400	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	8-SOIC	16	8	2	-	5	-	-	-
CY8C4013SXI-410	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	8-SOIC	16	8	2	-	5	-	-	-
CY8C4013SXI-411	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	16-SOIC	16	8	2	-	13	-	-	-
CY8C4014FNI-421	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	16-WLCSP	16	16	2	-	12	-	Y	-
CY8C4014LQA-422	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	24-QFN	16	16	2	-	20	-	Y	-
CY8C4014LQI-412	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	24-QFN	16	16	2	-	20	-	-	-
CY8C4014LQI-421	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	16-QFN	16	16	2	-	12	-	Y	-
CY8C4014LQI-422	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	24-QFN	16	16	2	-	20	-	Y	-
CY8C4014LQS-422	CortexM0	PSoC 4	PSoC 4000	24-QFN	16	16	2	-	20	-	Y	-

図4 PSoC Creator は
事前のデバイス選定にも
使える
部品通販サイトのように
デバイス選びができる
「Device Selector」

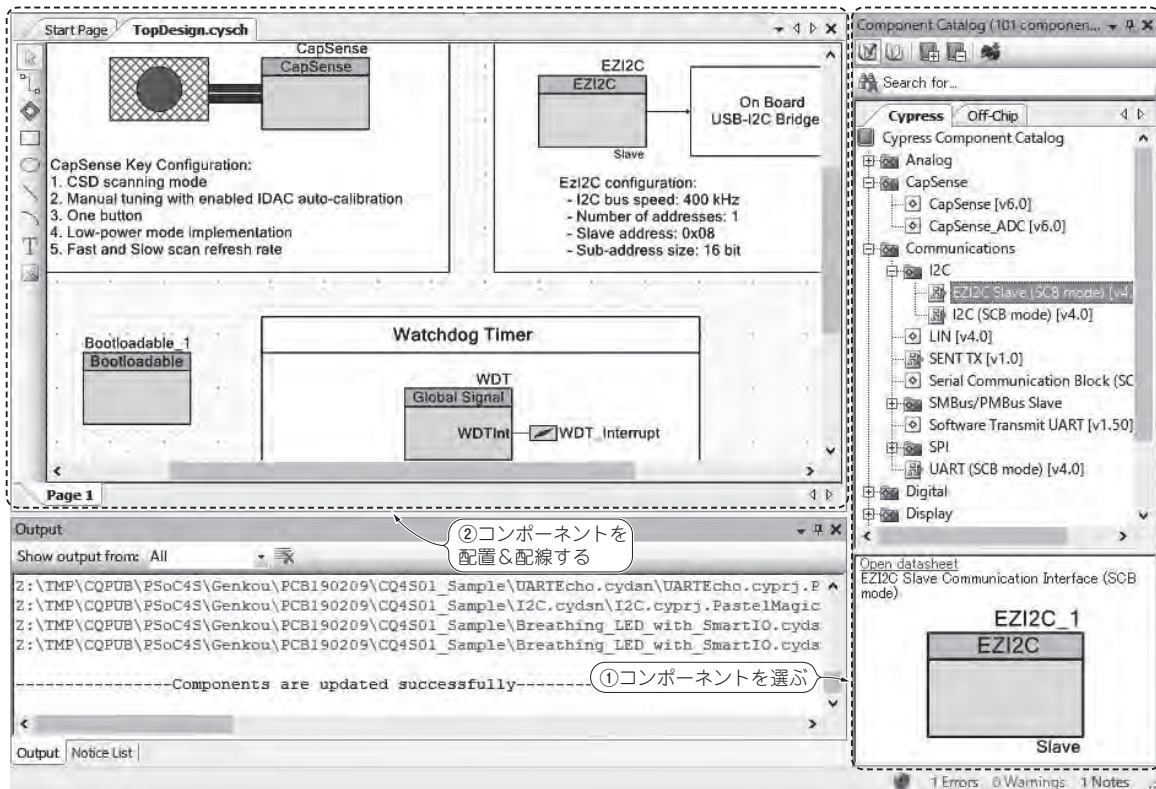


図5 パソコン上で使いたいコンポーネントを並べて結線するだけ

割り込み要求フラグのクリアやレジスタの退避/復旧などの定型的操作が必要ですが、これらのコードも自動生成されます。ユーザは、自動生成された関数の中にユーザ独自の処理を記述するだけです。

▶ (3) 内部リソース設定もパソコン画面で実行できる
I/Oピンの入出力モードやクロックの設定も、普通

のマイコンだと面倒な処理の1つです。

PSoC Creatorでは、これらもすべてGUI上で行えます。もちろん、初期設定のプログラムは自動生成され、ユーザ・プログラムのmain()関数の先頭に来たときには既に設定が終わった状態になっています。ユーザがあえて初期化プログラムを呼ぶ必要はありま

見本

PSoC ファミリのラインナップと PSoC 4100S の位置付け

PSoC ファミリを登場順に並べると、次のとおりになります。

- PSoC1
- PSoC3, PSoC5
- PSoC4
- PSoC6

旧富士通の FM0 + マイコンも PSoC と同じ開発環境が使えるようになりました。

各 PSoC ファミリの主な特徴は次のとおりです。

● スイッチト・キャパシタを使って豊富なアナログ・ブロックを搭載した初代 PSoC 1

PSoC という名前が初めて付けられたのは、現在 PSoC 1 と呼ばれている 8 ビット・マイコンです(写真 A)。CPU は、旧サイプレス セミコンダクタ社がキーボードやマウス向けのマイコンとしてよく使っていた M8C コアを使っています。

PSoC 1 は、次に示す 2 種類のブロックを持っています。

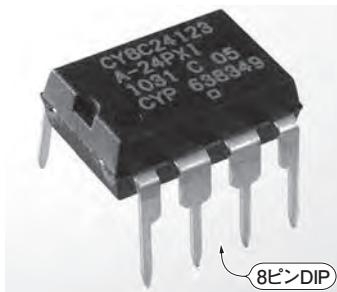


写真 A スイッチト・キャパシタによるアナログ回路を豊富に搭載する PSoC 1 CY8C24123A-24 (インフィニオン テクノロジーズ)



写真 B 20 ビット A-D コンバータを搭載する PSoC 3 CY8C3866P VI-021 (インフィニオン テクノロジーズ)

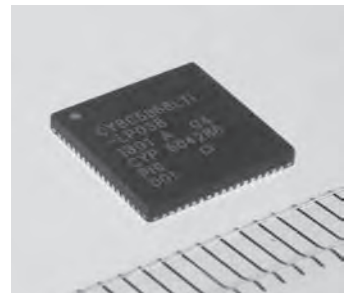


写真 C 20 ビットの $\Delta\Sigma$ 型 A-D コンバータや ARM Cortex-M3 を搭載する PSoC 5LP CY8C5868LTI-LP 038 (インフィニオン テクノロジーズ)

- OP アンプとスイッチト・キャパシタを使ったアナログ信号処理ブロック
- モード設定でカウンタや通信モジュールに切り替わるデジタル信号処理ブロック

PSoC 1 の大きな特徴は、これらのブロックの相互結線をレジスタで設定できる点です。実は、PSoC 1 のチップ面積は、このアナログ/デジタル信号ブロックが大半を占め、CPU コアは片隅に追いやられたおまけのような形になっていました。

PSoC 1 は、デジタル/アナログ演算ブロックをうまく組み合わせて信号処理を行い、いかに CPU に負荷をかけずに済ませるかがポイントです。

アナログ信号処理ブロックは、単なる増幅やコンパレータだけでなく、加減算や積分、変調、フィルタ演算なども行えます。デジタル演算ブロックも、複数組み合わせれば、複雑な信号処理が行えます。

ん。

▶ (4) ドキュメントもその場で見れる

コンポーネントを選んだり使ったりするときは、機能などの説明が書いてあるドキュメントが必要です。

普通のマイコンだと、ドキュメントは別途ダウンロードして参照する必要がある、一体感がありませんでした。

PSoC Creator は、ドキュメントも一緒にインストールされます。PSoC Creator 内のコンポーネント・カタログ上で、コンポーネントを選択すれば、簡単にドキュメントが開きます。このドキュメントは、単なる API の説明ではなく、まるでデバイスのデータシートのように詳細な解説が記載されています。

必要であれば、インフィニオン テクノロジーズの Web サイトにあるドキュメントも簡単に閲覧できるようになっています。PSoC Creator に標準添付されているデータシートは英文ですが、Web サイト上には日本語版も用意されています。

▶ (5) サンプル・コードが検索しやすい

実際にデバイスを動かすときは、サンプル・コードがあると参考になります。

普通のマイコンだと、メーカーが出しているサンプル・コードから該当するものを見つけるだけでも大変です。運良く見つかったとしても、ファイルをダウンロードして解凍してプロジェクトにインポートして…と何かと手間がかかります。

見本

● Verilog HDLでロジックを自由に組めるCPLDを内蔵したPSoC 3/5

PSoC 1の成功を受けて登場したのがPSoC 3(写真B)とPSoC 5(写真C)ファミリーです。

PSoC 1は小型でコンパクトでしたが、CPUの処理能力は決して高くありませんでした。PSoC 3/5は、CPUの処理能力を大幅に引き上げました。同時にアナログ信号処理性能を削り、デジタル信号処理に大きく舵を切りました。

PSoC 3/5は、搭載しているCPUコアが異なりますが、それ以外の部分はほとんど同じです。PSoC 3は8051上位互換、PSoC 5はArm Cortex-M3コアをそれぞれ搭載しています。

▶好きなようにデジタル回路が組める「UDB」

PSoC 3/5の最大の魅力は、UDB(Universal Digital Block)と呼ばれるCPLD/FPGAのようなプログラマブル・デジタル回路ブロックを持っていることです。

PSoC 1のデジタル回路ブロックは、カウンタやシリアル送信などあらかじめ決められたいくつかのファンクションを切り替えられるだけでしたが、UDBなら自由に論理回路を組めます。回路の入力方法は、回路図のほかにハードウェア記述言語のVerilog HDLでも可能です。

OPアンプなどのアナログ回路ブロックも内蔵しているので、抵抗やコンデンサを外付けすれば、アナログ信号の前/後処理も行えます。DMA(Direct Memory Access)とA-D/D-Aコンバータを使ってデジタル演算処理を行うことで、複雑な信号処理や演算にも対応できます。

CPU性能とメモリ容量は大幅に向上しています。CPUによる演算処理と組み合わせることで、さらに高度な処理も行えます。

PSoC Creatorは、サンプル・コード一覧もツールに含まれています。コンポーネントを右クリックして[Find Code Example]を選べば、サンプル・コードの一覧が表示されます。どのようなサンプルなのかの説明が書いてあり、クリックするだけで新規プロジェクトとして取り込めます。

▶(6)コンポーネントの設定変更もAPIにお任せ

コンポーネントの初期設定やAPI(ライブラリ)は、PSoC Creatorが自動生成しますが、スイッチや通信ポート経由で動的に設定を変更したいときもあります。

コンポーネントのAPIは、単に基本的な入出力だけでなく、GUI上で行っている設定項目も動的に変更できるようになっています。

● コンパクトな構成でエン트리向けのPSoC 4

PSoC 3/5は、いきなり超ハイエンドを目指したことにより、かなり高価なデバイスになりました。

32ビットのArm Cortex-Mシリーズの処理性能を生かしながら、機能を絞り、低価格化を図ったのがPSoC 4ファミリーです。

ローエンドのPSoC 1と同じ程度の価格を実現しました。一般的なユーザが通販サイトから手軽に入手できる32ビット・マイコンの中でも機能面から見ると手頃で、普通な価格です。

OPアンプやコンパレータなどのアナログ回路ブロックのほか、スマートI/Oと呼ばれる論理演算ブロックも備えています。PSoC 3/5のUDBのような大規模な回路ブロックではありませんが、外付けのロジックICとして見れば、そこそこ複雑な論理回路が組めます。

▶静電容量式タッチ・センサ機能を改良したPSoC 4100S

本書の付属基板にも搭載されているPSoC 4100Sは、PSoC 4をベースにした第4世代の静電容量式タッチ・センサ・コントローラ(CapSense)を内蔵しています。

第3世代のタッチ・センサをベースに、細かい改良を加え、SN比を大きく改良し、消費電力の低減にも成功しました。

CapSenseは、本書の付属基板TSoCでも試せます。詳細は第1部 第2章を参照してください。

サンプル・プログラムを試すと実感できると思いますが、電線の切れ端をつないだだけのいい加減な電極でも、無調整できちんと追従し、タッチ検出できます。

〈桑野 雅彦〉

PSoCの場合、よほど特殊な使い方をしない限り、生成されたAPIを呼ぶだけで充分です。マイコン内部のレジスタとしてどのようなものがあり、どのように設定したり書き換えればよいのかということについて知る必要はまず無いと言って良いでしょう。

ぜひ付属基板を試してほしい

本書では、本稿で紹介したようなPSoCの世界をぜひ味わってほしいと思い、写真1に示すお試し基板を付属しました。

PSoC搭載基板「TSoC」は、PSoC 4ファミリーのデバイスであるPSoC 4100S(インフィニオン)を

見本

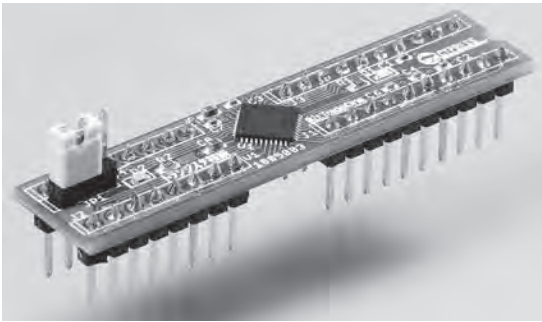


写真1 本書付属のPSoC体験キット「電子回路クリエイタ TSoC」(写真は組み立て済み)
PSoC 4100S(インフィニオン テクノロジーズ)を搭載する。ブートローダが書き込まれているのでUART経由で回路やプログラムの書き込みができる。ピン間は300 mil(2.54 mm×3)なので、幅狭のDIP ICのように使える

ジーズ)が搭載されています。

CPUは48 MHz動作の32ビットCPU Cortex-M0+なので、単体のメイン・マイコンとしても十分に使えます。サーボによる姿勢制御やタッチ・センサ・コントローラ、ちょっとしたロジックICの代わりにもなります。

ラズベリー・パイのようなLinuxコンピュータとTSoCを組み合わせれば、話題のIoT(Internet of Things)端末としても使えるようになり、インターネット上のクラウド・サービスとも連携できます。

付属基板の詳細や組み立て方法は、本書の第1部にまとめましたので、そちらを参照してください。

第1章

組み立ててブレッドボードに挿したらすぐ試せる！
単体でも、他のコンピュータと組み合わせても使える

本書付属基板の使い方

桑野 雅彦 Masahiko Kuwano

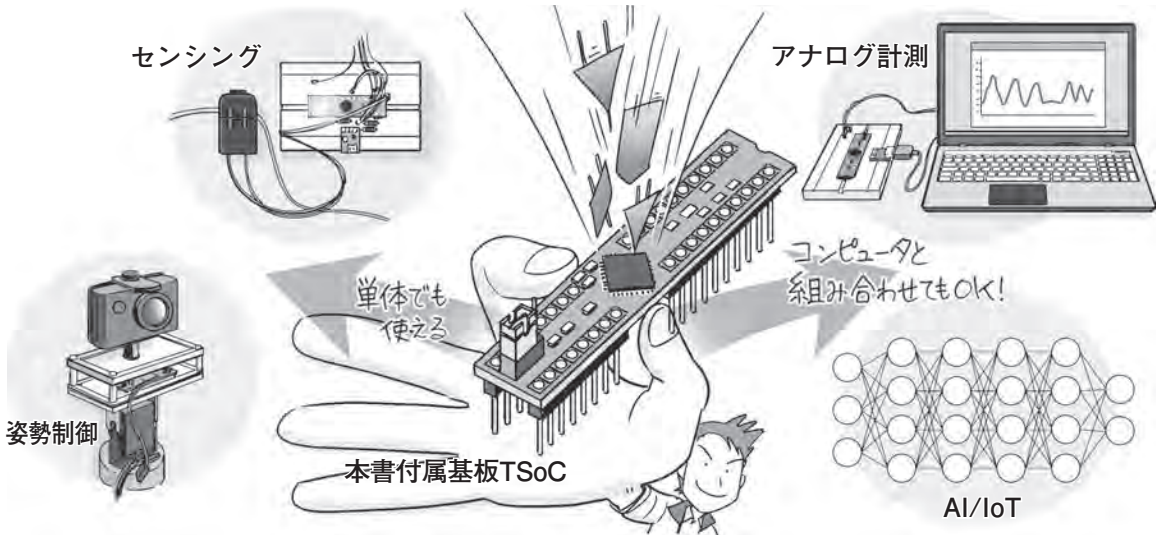
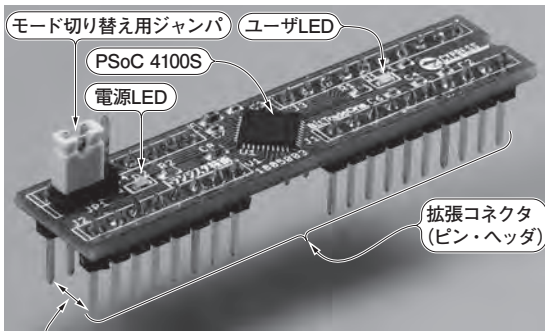


図1 本書に付属する PSoC 基板 TSoC



ピン間は300milなのでブレッドボードに挿さる

写真1 本書付属の PSoC 基板「TSoC」を組み立てた PSoC 4100S (インフィニオン テクノロジーズ) を搭載する。ブートローダが書き込まれているので UART 経由で回路やプログラムの書き込みができる。ピン間は 300 mil (2.54 mm × 3) なので、幅狭の DIP IC のように使える

● 遊び方

▶ わずか10分で完成

本書には、PSoC 搭載基板「TSoC」(写真1)が付いています。

図1に示すのは TSoC の応用事例です。付属基板には、PSoC 4100S (インフィニオン テクノロジーズ) が

実装されていて、数点の部品を用意すれば10分で組み立てられます。写真2に示すのは、搭載用の部品です。2.54 mm ピッチの40ピン×1列ピン・ヘッダと、ジャンパ・ピンを1つずつ用意するだけです。搭載用の部品は全国の電子パーツ・ショップで購入できます。

● パソコンとつなげば、いつでもどこでも電子工作

PSoC は、パソコン内で電子工作できる IC です。パソコンの画面上で設計した回路がそのまま IC に作り込まれて、動き出します。

お出かけ先でアイデアを思いついたら、すぐにノート・パソコンを起動して回路を組みます。自宅に戻ったら、付属基板をブレッドボードに組んで電源を入れるだけです。

付属基板には、「ブートローダ」というプログラムが書き込んであるので、専用のライターは不要です。

そして1点だけお詫びがあります。USBブリッジIC を搭載していれば、パソコン直結で回路を書き換えられるのですが、付属基板には PSoC 4100S しかありません。そのため、「USB-UART 変換アダプタ」というものを買ってもらわないと楽しむことができません。

本書では、USB-UART 変換アダプタに AE FT232

見本

第1章

周辺回路は抵抗8本だけ! M5Stackと組み合わせてWi-Fi接続 アナログ電流センサを直結! クラウド電力計

井田 健太 Kenta Ida

インターネットに接続されたモノどうしが互いにやりとりしながら勝手に動くIoT(Internet of Things)の普及により、センシング技術が注目を集めています。新たなセンサを1つ付けるだけで、IoT端末に魅力的な機能を付加できるからです。

本書で紹介するPSoCの魅力の1つは、豊富なアナログ・コンポーネントを備えていることです。デジタル・センサだけでなく、高精度な計測が可能なアナログ・センサも直結できます。数個の外付け抵抗だけでアナログ・センサ回路を実現できます。

本稿では、付属基板とアナログ電流センサ(カレント・トランス)で、家の消費電力のデータを収集するIoT端末を製作しました(写真1, 図1)。

収集したデータは、インターネット経由でクラウド・サーバに送信して、図2のようにグラフ表示します。
(編集部)

電力を測定してサーバにUP!

● 構成

部屋の電流を測定して、ブレーカが落ちそうになったら警告してくれる交流電流測定システムを付属基板を利用して製作しました。図1に本システムの構成を示します。

測定対象に流れる電流を、電流センサ(カレント・トランス)と付属基板を使って測定します。Wi-Fi通信機能を持つユニットであるM5Stackは、I²C経由で付属基板から測定したデータを読み取ります。

M5Stackは測定したデータを付属の液晶画面上に



写真1 付属基板を使ってブレッドボード上で組んだIoT電力モニタ

暖房器具やパソコンの電源入力に取り付けると、その装置の消費電力を測定することができる

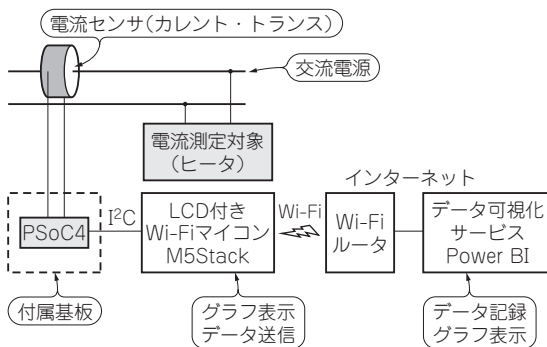
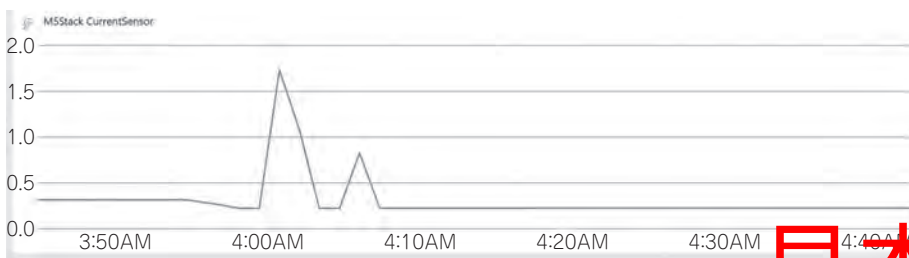


図1 付属基板とLCD & 電池付きWi-FiマイコンM5Stackを利用したIoT電力モニタの構成

電流センサとTSoCを使って測定した電流値はインターネット経由でMicrosoftのデータ解析プラットフォームであるPower BIに送信できる

図2 クラウド・サーバ(Power BI)に送信したセンサ・データをパソコンでグラフ表示している様子



見本

Cortex-M4 & Cortex-M0+ を搭載する
PSoCファミリ最新機種の上位製品

第1章

BLE搭載！PSoC 63の概要

圓山 宗智 Munetomo Maruyama

インフィニオン テクノロジーズ社のPSoCファミリの最新機種PSoC 6は、Arm Cortex-M0+とCortex-M4のデュアル・コアに加えて、PSoCおなじみの高いコンフィギャビリティをもつ各種周辺機能、さらにはBluetooth Low Energy (BLE)による無線通信機能などを備えた超豪華高機能マイコンです。

第3部では、PSoC 6ファミリの最上位製品であるPSoC 63(ロク・サン)を搭載した写真1の評価キットPSoC 6 BLE Pioneer Kit(CY8CKIT-062-BLE)の概要と、その上で動作する基本的なBLE無線通信プログラムや電子ペーパー(EINK)表示プログラムの構築方法を説明します。

● PSoCとは？

PSoC(Programmable System-on-Chip)は、CPU、ロジック機能、アナログ機能を有機的に組み合わせることができる興味深いマイクロコントローラです。CPUは8ビットから32ビットまで幅広く展開されており、必要な性能や電力に応じて選択できるようになっています。ロジック機能については、機能が固定化された汎用的な周辺モジュールを内蔵していることはもちろんですが、簡単な回路なら論理ゲートで直接記述することが可能で、さらに、SoC(System on a Chip)やFPGA(Field Programmable Gate Array)の設計でも使うハードウェア記述言語Verilog HDLと、多機能なデータ・パス機能(演算器など)により、ユーザー側で複雑な論理機能を構築することもできる製品もあります。アナログ機能については、単にA-D変換器やD-A変換器を内蔵するだけでなく、アンプなどを内部で接続することができるようになっており、さらに外部端子に引き出す端子機能を比較的自由に選択できるなど、PSoCというデバイスは全体として非常に柔軟性が高いのが特長です。

PSoCファミリ共通の特徴的な機能として、静電容量式タッチセンス機能(CapSense)をサポートしており、タッチ式のボタン操作やスライド操作を簡単に実現できるようになっています。

これまでのPSoCファミリでは、PSoC 1, PSoC 3, PSoC 4, PSoC 5LP, PSoC Analog Co-Processorの各シリーズが展開されてきました。

4種類のPSoC

● PSoC 1はスイッチト・キャパシタ・フィルタを内蔵
PSoC 1シリーズは、インフィニオン テクノロジーズ社(旧サイプレス セミコンダクタ社)オリジナルのM8C(8ビット)をコアにしたマイコンで、スイッチト・キャパシタによるアナログ・フィルタを自由に組める特徴があります。

開発環境としてはPSoC Designerが提供され、デバイス内の結線やモジュール間連携を直接ユーザーが指定する原始的なものですが、明示的な設計ができるのでこの方法を好むユーザーも多いです。

● PSoC 3とPSoC 5LPはコンフィギャブル・マイコンの真打ち

PSoC 3シリーズとPSoC 5LPシリーズは、それぞれインテル8051(8ビット)およびArm Cortex-M3(32ビット)をCPUコアに持つマイコンで、CPU関連以外の周辺機能はほぼ共通です。このシリーズ以降はスイッチト・キャパシタによるアナログ・フィルタのサポートはなくなりましたが、PSoC 3とPSoC 5LPには高性能デジタル・フィルタを構築するための24ビット積和演算機能をもつDFB(Digital Filter Block)が搭載されています。さらに、UDB(Universal Digital Block)という8ビット幅の多機能データパスとPLD(Programmable Logic Device)を組み合わせた論理ブロックを搭載しており、タイマやシリアル通信機能を構築したり、ハードウェア記述言語Verilog-HDLによりPLD部にステート・マシンなどを自由に設計してそこにデータパス論理を組み合わせてユーザー独自の論理機能を構築することが可能です。

アナログについては、 $\Delta\Sigma$ A-D変換器、逐次比較型A-D変換器、D-A変換器(電圧出力/電流出力)、多機能オペアンプなど豊富に内蔵しており、それらと外部端子の間の相互結線が自由にできます。

開発環境としては、このシリーズ以降はPSoC Creatorが提供されており、直感的にデバイス内のハードウェア設計とソフトウェア開発ができるように工夫されていて、細かいデバイスの設定はほとんど

見本