

# PSoCマイコンで行こう!

〈第3回〉

アナログ PSoC ブロックを駆使して  
最少部品で構成する

## CY8C27443 を使ったギター・エフェクタの試作

桑野 雅彦  
Masahiko Kuwano

● PSoC の特徴を活かせる「エフェクタ」を製作する  
前回は、アナログ PSoC ブロック、デジタル PSoC ブロックを中心に、PSoC の内部機能を解説しました。

今回と次回は、PSoC を使った製作例を紹介します。一般的なマイコンの解説の流れでは、ここで LED を点滅させてみるというのがオーソドックスな流れですが、それではいまひとつ PSoC らしくないので、アナログ信号を取り扱いながら細工を凝らして楽しむことができる、エレキ・ギター用のエフェクタを取り上げることにしました(写真3-1)。

製作したギター・エフェクタは、アナログ PSoC ブロックを使った増幅、全波整流と A-D、D-A 変換を組み合わせることで実現します。機能的には、単に A-D 変換した信号をテーブルで変換して D-A 変換するだけでもよいのですが、やはり PSoC らしさを出すために、あえてアナログ PSoC ブロックを使ったアナログ信号の演算も行っています。

製作には、PSoC ミニディベロップメント・キット<sup>(1)</sup>に含まれる PSoC Invention Board と PSoC Designer 4.0(4.1 も使用可能) を使いました。PSoC Invention Board の PSoC は CY8C27443 です。PSoC Invention Board の回路図はサイプレスセミコンダクタ社の Web ページ<sup>(3)</sup>にて公開されています。

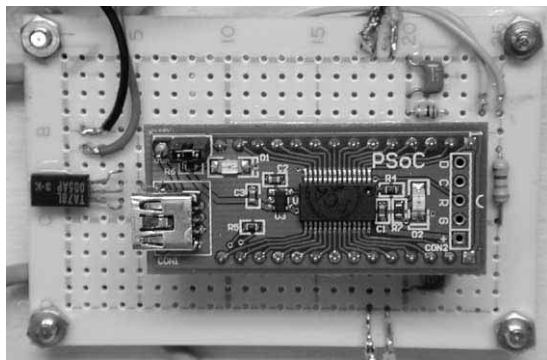


写真3-1 製作したギター・エフェクタ

### エフェクタのいろいろ

エレキ・ギターは、ピックアップで取り込んだ音をひずませたり、ディレイをかけたりといった効果を与えて使用することがあります。こうした効果を与える装置をエフェクタと呼んでいます。

エフェクタには数多くの種類がありますが、一般的な電子回路と異なって回路方式で命名されているのではなく、聞いた感じからつけられているものが多いようです。そのため、同じような回路でも別の名称になっていたり、同じ名称でも回路や処理方式がまったく違うということも珍しくありません。

現在、一般的に見られるエフェクタには、次のようなものがあります。

#### ▶ オーバードライブ/ディストーション/ファズ

これらは、いわゆる「ひずみ系」と呼ばれるエフェクタの代表格です。「オーバードライブ」という名前は、アンプの出力が過大入力のためにひずむのを利用したことに由来しています。

入力アンプのゲインを高くとってクリップさせたり、ダイオードを使ったリミッタでひずませるといったものが多いようです。今回製作したエフェクタもこの仲間になります。

#### ▶ オクターバ

1/2(1オクターブ下)や1/4(2オクターブ下)の周波数を作り出して原音と合成します。

入力が正弦波に近いときはよいのですが、和音になると破綻することが多いようです。

#### ▶ コンプレッサ

入力レベルに応じてゲインが変化する VCA(電圧制御型アンプ)と考えればよいでしょう。

信号レベルが低いときにはゲインを上げ、大きくなると引き下げます。ギターの弦がはじかれた直後の立ち上がりが大きく、またその後の音が長く残るようになるわけです。

#### ▶ イコライザ

周波数帯域ごとにゲインを変えるとというものです。OPアンプを使ったシミュレート・インダクタを利用することが多いようです。

#### ▶ワウワウ

バンド・パス・フィルタの中心周波数をペダルで変化できるようにしたものです。

その名のとおり「ワウワウ」と、ちょうど声を出しながら口に手を当てたり離したりしたような効果になります。

#### ▶トレモロ

ゲインを周期的に変化させるものです。低周波の発振器とVCAで実現できますが、変化を正弦波に近くしてスムーズに変化するもの、階段状にしてステップ変化にしているものなどがあるようです。

#### ▶フェイザ

原音と、原音の位相を周期的にずらした音を合成するものです。

#### ▶ピッチ・シフタ

多機能なものもあるようですが、基本は音程をシフトさせるものです。

入力データをリング・バッファに入れる周期と取り出す周期を変えることで実現しているようです。

#### ▶ディレイ

いわゆるエコーがかかるものです。以前は、BBDを使うものが一般的でしたが、現在ではA-D変換した信号を、FIFOを使って遅延させ、D-A変換して出力するというものが普通でしょう。

#### ▶フランジャ/コーラス

ディレイ時間を周期的に変化させ、原音と混ぜるものです。ディレイ時間の短いものがフランジャ、長いとったものがコーラスと呼ばれるようです。

これらのほかにも数多くの種類がありますが、いずれも意図的に波形をひずませたり、位相やゲインの制御などによってさまざまな効果を得るものです。

アナログ回路に詳しい方ならば、だいたいどのような回路になるか察しがつくものも多いかと思います。現在ではエフェクタの世界もDSPを使ったものが数多く作られています。昔ながらのディスクリート部品を使ったアナログ信号処理回路も単機能のエフェクタにはよく利用されています。

アナログ信号処理回路というと、とかくテスト・オシレータを入力してオシロスコープで波形を見たりシミュレーションするというものが多いなかで、ギターを入力して耳で出力を感じることができるエフェクタは、アナログ信号加工の実験用の題材としては手ごろでおもしろいものと思います。

今回は、サイプレスセミコンダクタ社のアプリケーション・ノートAN2044<sup>(2)</sup>に掲載されている、PSoCを使った全波整流回路とA-D、D-Aコンバータを使いCPUを使った処理を組み合わせ、簡単なひずみ系のエフェクタを製作します。

## PSoCエフェクタの動作の概要

PSoCエフェクタのブロック図を図3-1に、回路図を図3-2に示します。入力信号を全波整流して倍音を含む波形を作り出し、これをいったんA-D変換して、変換テーブルを使って頭がつぶれたような波形をCPUで作成し、これをD-A変換して出力します。

一般的なエレキ・ギターのピックアップは、直流抵抗が数kΩ、インダクタンスも数Hというオーダで、自己共振周波数も6KHz程度です。

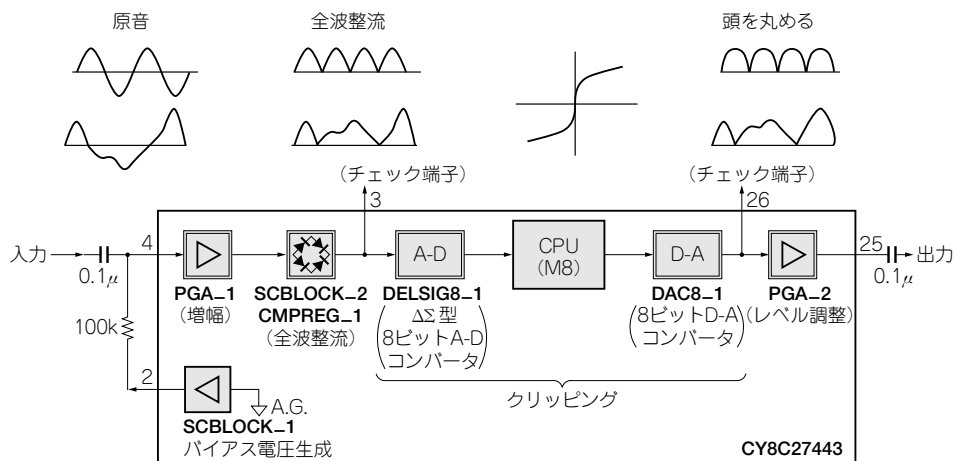


図3-1 PSoCエフェクタのブロック図

連載第2回(2004年5月号)のコラムで紹介したCY8C26443を使ったブロック図と基本的に同じだが端子番号が若干異なる