



第2章 電圧制御フィルタ VCFで Pole Mixing

アナログ・シンセサイザ 伝達関数合成シミュレーション

たから おさむ Osamu Takara

伝達関数の応用例として、電子楽器の音色を調整するフィルタを紹介します。

伝説のアナログ・シンセサイザの 多機能VCFの再現に挑戦!

● Xpander/Matrix-12について

XpanderとMatrix-12(いずれもOberheim)は、1980年代のアナログ・シンセサイザにおける最高峰機種の一つです。和音が出せるポリフォニック・シンセサイザで、各機能モジュールが音の数だけあるという巨大さです。それに加えて、モジュールの接続を切り替えられるという当時としては超多機能のモンスター・マシンです。

Xpanderは6音ポリフォニックのモジュール(鍵盤なし)、Matrix-12は12音ポリフォニックの鍵盤付きシンセサイザです⁽¹⁾⁽²⁾。以下、まとめてXpanderと呼びます。

Xpanderの電圧制御フィルタ(VCF: Voltage Controlled Filter)は多機能です。本稿ではこの技術を用いて、伝達関数とLTSpiceでのシミュレーションを紹介します。

● 電圧制御フィルタVCFとは

電圧制御フィルタは、周波数特性を電圧で制御できるフィルタです。発振器からの波形のスペクトルを強調、削減し、さらにその時間変化で、音色を作ります。アナログ・シンセサイザ独特の「ビョンビョン」という音は、レゾナンス(特定の周波数を強める共振)の周波数を時間変化させることで得られます。

多くのアナログ・シンセサイザでは、電圧制御フィルタはローパス・フィルタで倍音を低減するだけです(2, 3種類を切り替えられるものもあった)、Xpanderでは、15種類の特性を切り替えることができます。フィルタ次数は基本的に4次。これを Pole Mixing と呼ばれる技術を使って多様なフィルタを実現しています。

ローパス・フィルタ、ハイパス・フィルタ、バンド

パス・フィルタのような典型的なフィルタだけでなく、ノッチ・フィルタ(Notch Filter, またはバンド・エリミネーション・フィルタ)、フェイザ(オールパス・フィルタによる位相ずれを使ったノッチ・フィルタで変調感をつくるエフェクタ)や、中間的な特性や組み合わせた特性も得られます。

● 異なる特性のフィルタを組み合わせられる Pole Mixingを使う

異なる特性のフィルタ出力を加減算することで、欲しい伝達関数、すなわちフィルタ特性を得る技術を用いて Pole Mixing と呼ばれます。

異なるフィルタ特性を得るために、単純なフィルタをカスケード接続(直列接続)する場合があります。どのような特性でも作れるというわけではありませんが、簡単にさまざまなフィルタ特性を得られます。電子楽器では、これらくらいの多様さでも十分に面白くすることができます。

電圧制御フィルタVCFの回路

図1(pp.140-141)に、今回説明する回路を示します。アナログ・モジュラ・シンセサイザで最も普及しているEurorack規格を前提に、電源電圧±12Vと+5Vで設計しました。基本的に、1次の反転ローパス・フィルタがカスケード(直列)接続されています。Xpanderでは、電圧制御フィルタICのCEM3372(Curtis社、現在は生産中止⁽³⁾)を使っており、最近改良されたICが入手できるようですが(Alfa, AS3372⁽⁴⁾)、ここでは入手容易なICにしています。

今回は、各段の1次ローパス・フィルタは、トランスコンダクタンス・アンプ(OTA: Operational Transconductance Amplifier)のNJM13700(日清紡マイクロデバイス)を使いました。Pole Mixingを用いたVCFは、SSM2164(アナログ・デバイス)やV3320(Coolaudio International)やAS3320(Alfa)での作例もあります⁽⁵⁾⁽⁶⁾。