

デジタルオーディオの要素技術

よいものは対話から生まれる

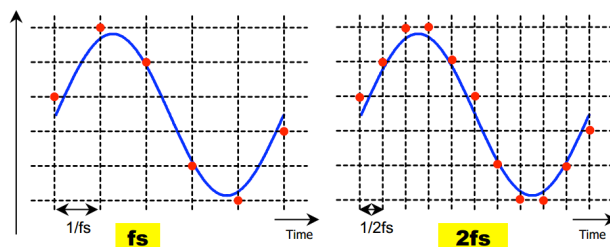
電子機器の設計をしていると、よいと思われる技術を頭だけで考えて採り入れようとしたり、技術者の独りよがりのものを作る恐れがある。ところが音響機器の場合は、自ら試聴するのはもちろんのこと、使う人の立場から発する意見や、音質にたいする率直な感想を聞くことも大切である。

それと並行して、100年ほどのオーディオ史のなかで培われた先人たちの知恵をひもとき、要めとなる技術は実際に試作・試聴することで自ら吟味することも、設計者としては欠かせない仕事である。たとえそれが「枯れた」技術であっても、あらためて検証する作業は、いわば文献を通じた先人たちとの対話といえる。

技術にはそれぞれ他にはない利点があるいっぽう、なんらかの副作用が必ずともなう。音響機器の要素となる技術は、たんに頭だけで考えて、ある点が優れているという理由だけで採り入れるべきではなく、なによりも音質の観点で吟味しなければならない。いかに電氣的にすぐれた特性を得られたとしても、音楽性を損なうものでは意味がない。そのなかから、現代的なデジタルオーディオシステムを構築するうえで特に重要と思われる要素技術について、できるだけ中立的、批判的に述べていきたいと思う。

ノンオーバーサンプリング (NOS) はやはりいい

最近ハイビット、ハイレゾが流行である。それ自体は技術の進歩であり、歓迎できるものだ。インターネット配信などで入手できる24ビット192kHzなどハイレゾ音源をハイレゾのUSB-DACでそのまま聴く場合には、なるほど音質はとてよくなっているが、残念ながら音楽ソースがまだまだ少ない。いっぽうで、既存のCDのフォーマットはあくまでも16ビットであるから、16ビットそのまま再生できるほうが音楽的には望ましい。というのは、CDのなかに含まれる16ビット44.1kHzのデジタルデータを加工し、振幅方向を20ビットとか24ビット、あるいは時間軸方向を88.2kHzなどに補間するデジタルフィルタ（アンチエイリアシングフィルタ）という技術により、階段状の波形が滑らかになり、より元のアナログ信号に近づいてくるという。こうした処理をオーバーサンプリングともいう。頭だけで考えると一見よさそうだが、実際に聴いてみると、輪郭がはっきりせず、にじんでいて、ぼけつつとした、実在感に欠ける音に聴こえてしまう。



ノンオーバーサンプリング (NOS; Non oversampling) というのは、上記のオーバーサンプリングという処理で元のデータを一切加工することなく、そのままアナログ信号に復元することをいう。音の輪郭、空気感、音の方向感、定位などがより鮮明で、CDのなかにこんなに情報が詰まっていたのかと、初めて聴かれる人は一様に驚く。波形をみると階段状のガクガクしたものだが、アンプを通してスピーカーから出る音の輪郭にうそ偽りがまったくない。

そうしたノンオーバーサンプリングによる音のよさが認知されるようになると、DAC（ダック、D/Aコンバータともいい、デジタルデータをアナログ信号に復元する装置）を自作される人も増えたが、人によりいくつかの方式が見受けられる。

- (1) 1 個の DAC チップ（集積回路）を使い、デジタルデータをアナログ信号に復元する。
- (2) 複数の DAC チップを並列に使い、デジタルデータから復元されたそれぞれのアナログ信号を合成する。
- (3) 2 個の DAC チップを左右独立して使い、左右のデジタルデータを別々にアナログ信号に復元する。
- (4) DAC チップ（集積回路）を使わず、すべてディスクリート（論理ゲートと抵抗のみ）で組む。

ノンオーバーサンプリング DAC を試作する

基本の(1)のシングル方式は製作例も多く、設計も実装も比較的やさしい。ノンオーバーサンプリングの素性のよさをそのまま聴くことができる。だがこの場合、周辺の部品を決めうちで固定してしまうと、まともな動作は望めない。たとえば Philips の古典的な NOS-DAC である TDA1543 のフルスケール時の DAC 出力電流は、データシートによると、

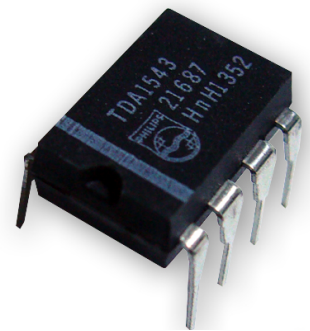
	最小	標準	最大	
I_{FS} (full scale current)	1.95	2.30	2.65	mA

とあり、I/V 変換すると振幅および直流オフセットに±15%以上のばらつきが出る。つまり、サイコロの目によっては確実にクリップする。さらに、DAC チップはふつう、左右チャンネルを同時に処理しているが、同一チップ内でさえ左右でけっこうな誤差があるので、なんらかのチューニングが不可欠で、調整中にならつと音が変わる。

(2)の平行方式は、ある程度技術的に詳しい人の自作や、メーカー製でも上位クラスの製品に多い。DAC チップ（集積回路）は 1 個ずつばらつきがあるので、それらのちよつとずつ違う出力のアナログ信号を合成し、それらを平均化すれば、波形が滑らかになるだろうという魂胆である。だがひとつ疑問なのは、それはまさしくオーバーサンプリング的な発想であり、おまけに具合の悪いことに、平均的にばらついている保証はまったくない。DAC チップを選別してばらつきをうまく分散させればよいが、ほとんど徒労に等しい。つまり、運が悪ければさらにばらつきが偏り、シングル方式よりも却って性能が劣る場合もある。つまり、並列処理はあまり効果が期待できない。

いっぽう、(3)のデュアル方式は、左右のデジタルデータをそれぞれ別の DAC チップで処理し、2 つのモノラル出力を得るという方法だ。この場合、DAC チップのばらつきは、左右別々に外付け回路で微調整することでほぼ吸収でき、電源を左右独立にすることも可能で、その音質にたいするメリットは大きい。この方式で実際に S/PDIF（同軸デジタル伝送）によるノンオーバーサンプリング DAC を試作（TDA1543 を 2 個使用、抵抗 I/V 変換）してみたところ、シングル方式と比べて音の方向感、定位、さらには奥行き感までもが向上し、ひとつひとつの音の粒立ちがよくわかるようになった。低音域から高音域まで区別なく伝わってくる感じで、音階や音色がよく聴き取れる。

(4)のディスクリート方式は、いわば(3)のデュアル方式の究極の姿であり、期待がもてる。今後の課題としてぜひやってみたいので、今は情報収集に努めている。IC 内部の抵抗よりも、個別部品の抵抗器で作るほうが、はるかに直線性はよくなるはずだから、音質的にはより自然でアナログ的なものになる



だろう。この方式はいわばノンオーバーサンプリング DAC の理想形なので、おそらく近いうちに流行になることが予想される。

USB-DAC の意味するもの

CD を購入し、それを CD プレーヤーでそのまま聴くというスタイルは、ある意味アナログレコードの時代と変わらない。うるさくて気難しいパソコンを介して音楽を聴くなど煩わしく思うときは、それはそれでシンプルなのでいい。だが、最近の音楽の聴き方は、以前とはだいぶ違ってきた。パソコンで音楽配信サイトからダウンロードする、インターネットでラジオを聴く、YouTube で好きな懐メロや映画を鑑賞するなど、手軽なため、その用途はますます広がっている。もう少しよい音で聴きたい場合の選択肢としては、圧縮しない（ロスレス）方式でタブレット端末や携帯音楽プレーヤーに保存し、それを再生して USB 経由でオーディオ機器に接続する方法がある。ハードディスクの騒音もなく、そこそこ快適な操作環境のタブレット端末で、コンパクトで現代的なオーディオシステムができる。できれば、携帯電話機能やメール、種々雑多なアプリケーション用とは別に、専用の音楽プレーヤーとして割り切って、音楽データの保存と再生に特化したタブレット端末を用意する。

こうした用途で、しかもノンオーバーサンプリング方式の USB-DAC を探してみたが、近隣の海外製はいくつかあったとはいえ、品質のよさそうなものが意外と少ない。電源がスイッチング方式の AC アダプタではどうかと、首をかしげたくなる。よし、それでは我が社で作るか。ということで、これからノンオーバーサンプリング方式の USB-DAC を設計することにした。これまでの試作で、16 ビットでも、ちゃんとチューニングすれば十分すぎる音質が得られることがわかったので、まずは 16 ビットである。タブレット端末から DAC へ USB による伝送をした場合、S/PDIF（同軸デジタル伝送）によるジッタの影響から解放されるので、通常の CD トランスポートからの送り出しよりも、さらに音質向上が期待できることは、理論的にも知られている。乞うご期待。

