

音響計測を目的とした PC オーディオ系の基本検討*

池田亜希 金田豊 (東京電機大・工) 阪内澄宇 (NTT サイバースペース研究所)

1. まえがき

近年、PC オーディオ系の高品質化が進み、民生用 PC に内蔵された AD・DA 変換器でも、電気的な SN 比が 60dB を越える良質な測定結果が得られるようになった。しかし、PC 内蔵のオーディオ系には、計測専用の AD・DA 変換器と比べると注意を要する点があることがわかったので以下に報告する。

2. 再生系 (DA 系)

2-1 DA 時の歪み

デジタルデータを再生する時、PC 画面上のボリュームを最大にすると、図 1 のようなクリッピング歪みが発生する場合があった。このような歪みは計測専用の DA では発生せず、PC オーディオ系特有の問題である。以下、この原因を調べる。

注) PC オーディオ系の特性は、PC 本体やオーディオチップなどに依存して多様である。本報告の結果は、当研究室で所有する複数の PC に共通してみられた性質であるが、例外もあるので留意が必要である。

2-2 デジタルアンプとアナログアンプ

再生系をモデル化した図 2 に示すように、PC には、デジタルアンプとアナログアンプの 2 種類のアンプが設置されていると想定される。また、PC にはメモリ上、ディスク上のオーディオデータ再生用として、図 3 に示す (a) マスタボリュームと (b) WAVE ボリューム、2 つのボリュームが用意されている。

2-3 アンプとボリュームの対応関係

再生ソフトからゼロ信号を発生させた場合を考える。デジタルアンプは乗算器である

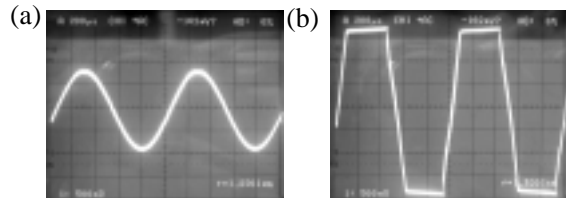


図 1 正弦波の DA 出力をオシロスコープで観測した波形 (a)正常波形 (b)ボリューム最大で歪みが発生した波形

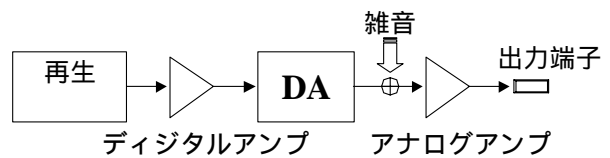


図 2 再生系の等価モデル

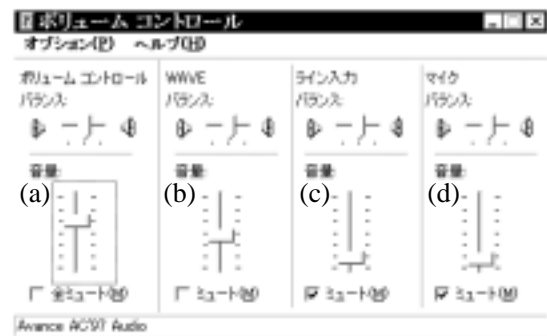


図 3 PC 画面上のボリューム (Windows2000 の例)

ので、ボリュームを小さくしてもアンプ出力はゼロのまま変化しない。一方、アナログ回路においては電氣的雑音が発生し、図 2 に示すように信号に付加される。この時、アナログアンプのボリュームを小さくすると、それともなって雑音も小さくなる。

この性質をふまえ、ゼロ信号を再生しながらボリュームを変化させて出力を観測した結果、図 3 (b)の WAVE ボリュームはデジタルアンプに、図 3 (a)のマスタボリュームはアナログアンプに対応するものと判断した。

* A basic study on the audio system of personal computer for acoustic measurement.

By Aki Ikeda, Yutaka Kaneda (Tokyo Denki Univ.), and Sumitaka Sakauchi (NTT Cyber Space Laboratories).

2-4 歪みの要因

歪みの主な原因は、デジタルアンプによるオーバーフロー(16ビット整数PCMデータに1以上のゲインを与えたことによるデジタル値の飽和)と予想される。

このことを確かめるために、2つのボリュームを最大にしてフルスケール振幅の正弦波を再生し、歪みを発生させた後、それぞれのボリュームを低下させた。その結果、デジタルアンプのボリュームを低下させた場合には図4(a)(b)のように歪みがなくなり、一方でアナログアンプのボリュームを低下させた場合には、図4(a)(c)のように歪んだまま波形が小さくなった。

このようにアナログアンプの制御では歪みは改善されないことから、歪みはアナログアンプの前段で発生しており、デジタルアンプ(またはDA)が発生源と考えられた。

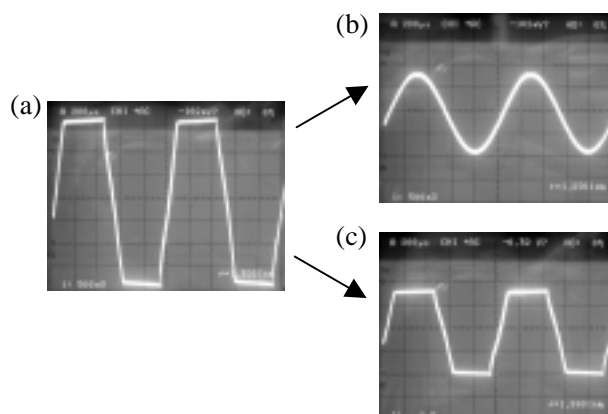


図4 ボリュームの大小と出力信号波形

(a)ボリューム最大 (b)デジタルアンプのボリュームを小さくした場合 (c)アナログアンプのボリュームを小さくした場合

のボリュームが表示されていない場合は、設定を変更して表示を確認する。

2-5 適切なボリューム値

2-3 で示したように、アナログアンプのゲインを大きくすると電気雑音も増幅されてしまうが、デジタルアンプのゲインを大きくしても雑音レベルは増加しない。従って信号レベルを上げるためには、SN比向上の観点からデジタルアンプのゲインを優先的に上げることが望ましい。

しかし、2-4 で示したように、デジタルアンプのゲインを過大にすると、クリッピング歪みが発生する可能性があることに注意を要する。歪みの発生を防ぐためには、ボリュームを最大にしても歪まないデジタルデータの最大値を、あらかじめ調べておくことが有効である。

2-6 出力系のモニタ機能

Windows 出力系には、録音信号をモニタリングできる機能がある。モニタ機能をONのまま再生・録音すると、録音された信号が回り込んで再生・録音を繰り返すことになり、誤った測定結果となる。これを防ぐために、図3(c)(d)に示したライン入力ボリュームおよびマイクボリュームのミュートボックスにチェックをする必要がある。なお、これら

3. 録音系 (AD系)

過大入力や過大ボリュームの場合、ADされたデータがクリッピングされることは計測用ADと同様である。しかし、PCオーディオ系では、オーバーフロー値がデジタルデータのフルスケールより小さい場合があるので注意が必要である(例えばフルスケールが $\pm 2^{15}$ の時、約 2^{14} で録音信号がクリッピングされている場合があった)。これは、アナログ回路によるクリッピングと考えられる。

4. まとめ

本報告では、

- 1) 民生用PCを用いた音響系計測において、ボリュームの設定によってはDA時にクリッピング歪みが発生することがある。
 - 2) PCオーディオ系はアナログアンプとデジタルアンプを持っているが、歪み対策や高SN比出力のためにはデジタルアンプの制御が重要である。
 - 3) ADのオーバーフロー値は、デジタルデータのフルスケール値より小さい場合がある。
- 以上の点について述べた。