

とのちのオーディオルーム 補足資料

アナログ・サウンドの秘密



2018/10/26

なぜアナログ盤は CD より良い音に聞こえるのか？

『アナログ盤の音質がなぜ CD を上回るように聞こえるか』… これはなかなか興味深いテーマです。旧ホームページでもこの問題を検討しました。

<https://nobody-audio.com/ver1/Gaudi/Lessons.html#VinylRecord>

その後検討を重ね、以下のような知見を得ました。要約すると、超高音域の音質や波形再現性の高さがアナログ盤の強みだということです。言い換えれば、アナログ盤の方が CD より時間領域の性能が優れているということです。

超高音の音質の重要性

マルチアンプ・システムを使用していると、超高音の音質がシステム全体の音質に大きく影響しているということがよくわかります。

Gaudi および Gaudi II のツイーターは、7kHz 以上を受け持っています。この帯域には楽器の基音は含まれず、倍音のみになります。試しにツイーターのみを鳴らしてみると(マルチアンプ・システムでは簡単に実現できます)、小さな音でシャリシャリ、チリチリと鳴っているだけに聞こえます。この小さな音がそれほど重要なのかといぶかってしまいます。

しかし、超高音(ここでは 7kHz 以上の音を指す)は音質を大きく左右することは紛れもない事実です。試しにツイーターのみをオフにして音を出してみると、明らかに違和感のある音になります。また、音色のみならず音量も左右します。

超高音の音圧と音量の関係

左側のツイーターのレベルを上げると、ほとんどの楽器の音は左によって聞こえます。コントラバスのような低音楽器ですら影響を受けます。Gaudi で実際に経験したのですが、ウーファーの左右のバランスがとれていなくても、ツイーターでそれを補えます。つまり、右のウーファーのレベルが高すぎる場合、左のツイーターのレベルを上げれば左右のバランスがとれます。ウーファーの音量はツイーターのそれより圧倒的に大きいように思えるのですが、実際にはツイーターの影響力も相当大きいのです。

下表はその一例です。この表は Gaudi における各帯域の総合ゲイン(ライン入力からパワーアンプの出力までのゲイン)を示しています。実際にこの設定で数ヶ月間 Gaudi を使用していましたが、チャンネル・バランスはとれているように感じていました。

f-range	L-ch gain [dB]	R-ch gain [dB]	R - L [dB]
High	-5.4	2.0	7.4
Mid	-5.7	-2.7	3.0
Low	7.7	9.6	1.9

Gaudi を設置してある部屋は左右非対称で、低い音ほど左側が増強されます。それを補うために、右チャンネルのレベルを少し上げる必要があります。しかし、上表の設定では、右ウーファーのレベルが充分ではありません。それを右ツイーターのレベルを上げることで補っていたのです。

その後調整しなおし、ウーファーのレベル差を増やし(1.9dB→6.5dB)、ツイーターのレベル差を減らす(7.4dB→1dB)ことにより、より良いバランスになることを確認しました。ツイーターから出る音はあまり部屋の影響を受けないため、これが正解だと思えます。

以前私は、[2018/10/20 訂正]音量が大きい(音圧が高い)わりに静かに聞こえるオーディオ装置を、歪みが少なく音質が良いと、高く評価していました。最近はこの考え方は誤っていると、思うようになりました。超高音のレスポンス(音圧)が足りないと静かに聞こえるからです。超高音の減衰は歪みの一種なので、歪みが少ないとは言えません。超高音を減衰させると、耳障りな音が出にくくなる一方、パンチの効いた音が出なくなり、特にジャズを鳴らした時にノリの悪いつまらない音になってしまいます。

超高音と音像の関係

音像を形成するのは倍音(高調波)成分です。基音(基本波)のみの音、つまり正弦波は音像を形成せず、従って定位もしません。このことは、人間以外の動物にも当てはまります。群れをなす動物は敵が現れたとき、「ピー」という正弦波に近い声を出して仲間に危険を知らせます。そうすれば、自分の居所を敵に悟られずに仲間に危険を知らせることができます。

ステレオ再生においてシャープな音像を形成し、定位を安定させるには、倍音成分を歪みなく再生することが必要です。この点、アナログ媒体は超高音域あるいは超音波領域まで正確に記録・再生ができるので、デジタルよりも分があります。LP はチャ

ンネル・セパレーションが低い(たかだか 30dB しかない)のに、音場再現が CD より優れているのはこのためです。LP の方が左右方向、奥行方向ともに音場が広く、楽器の音の定位も正確です(と、私の耳には感じられます)。

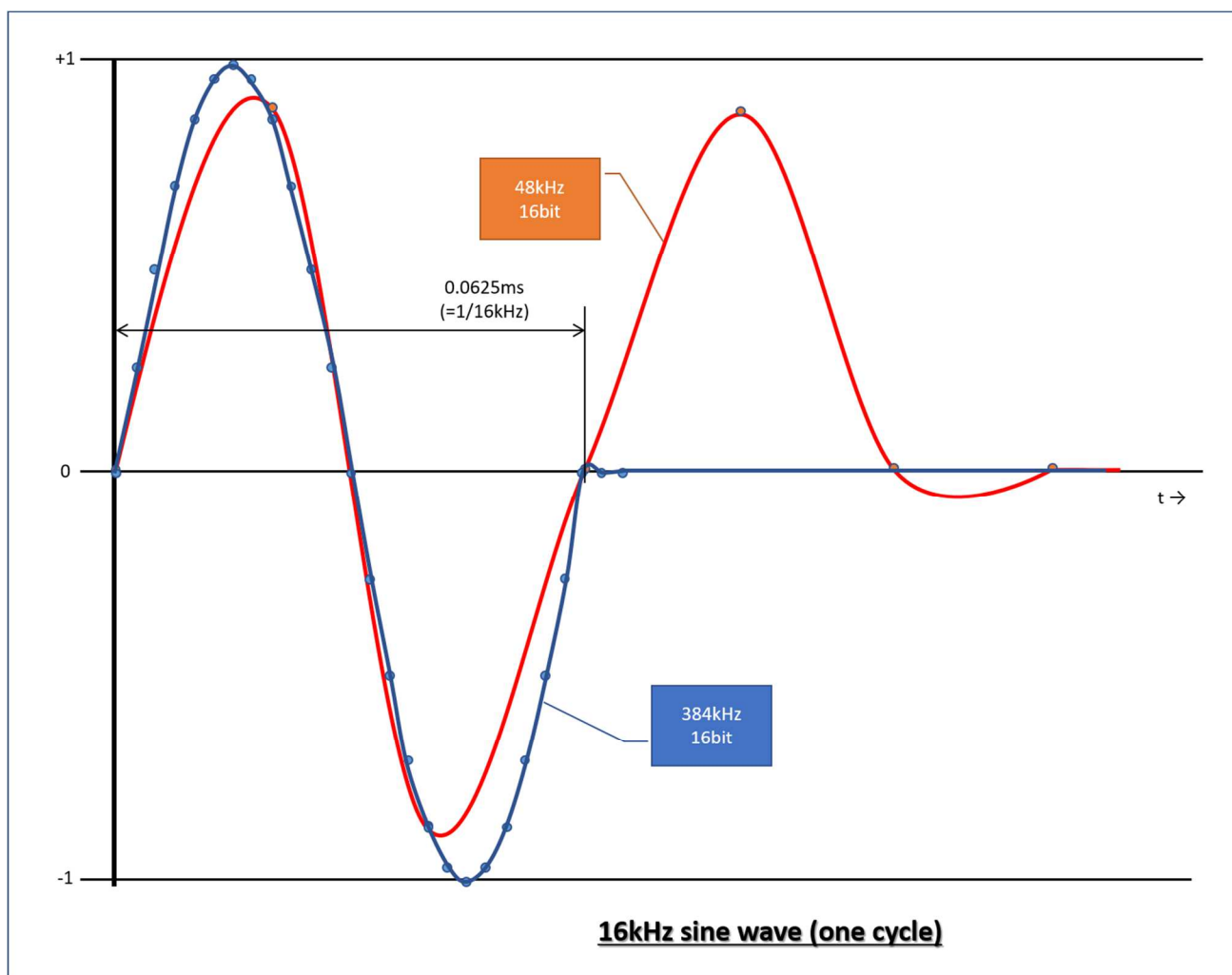
波形再現

周波数領域においては、CD も充分な性能をもっています。20kHz までカバーできているので、問題はないはずですが、超高音域の波形を正確に再現できるかという点、かなり怪しくなってきます。

標本化定理(シャノン・染谷の定理)によると、サンプリング周波数(f_s)の半分の周波数まで記録・再生できることになっています。CD の f_s は 44.1kHz なので、20kHz は問題なく再現できるはずですが、ただし、20kHz の正弦波を再現するには、その信号が同振幅で充分多い周期続くことが前提です。

20kHz の正弦波を 1 周期だけ記録・再生した場合は、多大な歪みが避けられません。1 周期中通常は 2 個、最良の場合でも 3 個のサンプルしか得られないからです。**[2018/10/26 追記]** { 周期の始まりと終わりの部分に高調波が含まれるため、超音波領域まで記録できる f_s が必要です }

試しに、48kHz の f_s で 16kHz の正弦波 1 周期をサンプリングした場合をシミュレーションしてみました。比較のために、 f_s を 384kHz にした場合もシミュレーションしました。こちらの方が真の波形に近いものです。



予想通り、 $f_s = 48\text{kHz}$ と $f_s = 384\text{kHz}$ では波形が違います。384kHz の方が真の波形に近いと考えられるので、48kHz の方は歪んでいるといえます。私は数学が苦手なので、この歪みを数値化できませんが、波形を一瞥しただけで歪んでいるのがわかるぐらいですから、おそらく 10% 以上のレベルなのだと思います。

図中 $f_s = 48\text{kHz}$ の波形に半周期分余計なデータが付け加わっていますが、どうしてこうなったかは不明です。このデータは efu 氏が無償提供している波形生成プログラム WaveGene を使用して作成しました。

通常、歪率といえば、周波数領域の歪率である THD (Total Harmonic Distortion、全高調波歪率) で表します。スピーカー以外のコンポーネントでは、THD を 0.01% 以下にすることは容易です。しかし、THD が 0.001% のアンプ同士を聞き比べて音質差を感じることがあるので、THD が本当に音質を表す指標としてふさわしいかどうか、大いに疑問です。

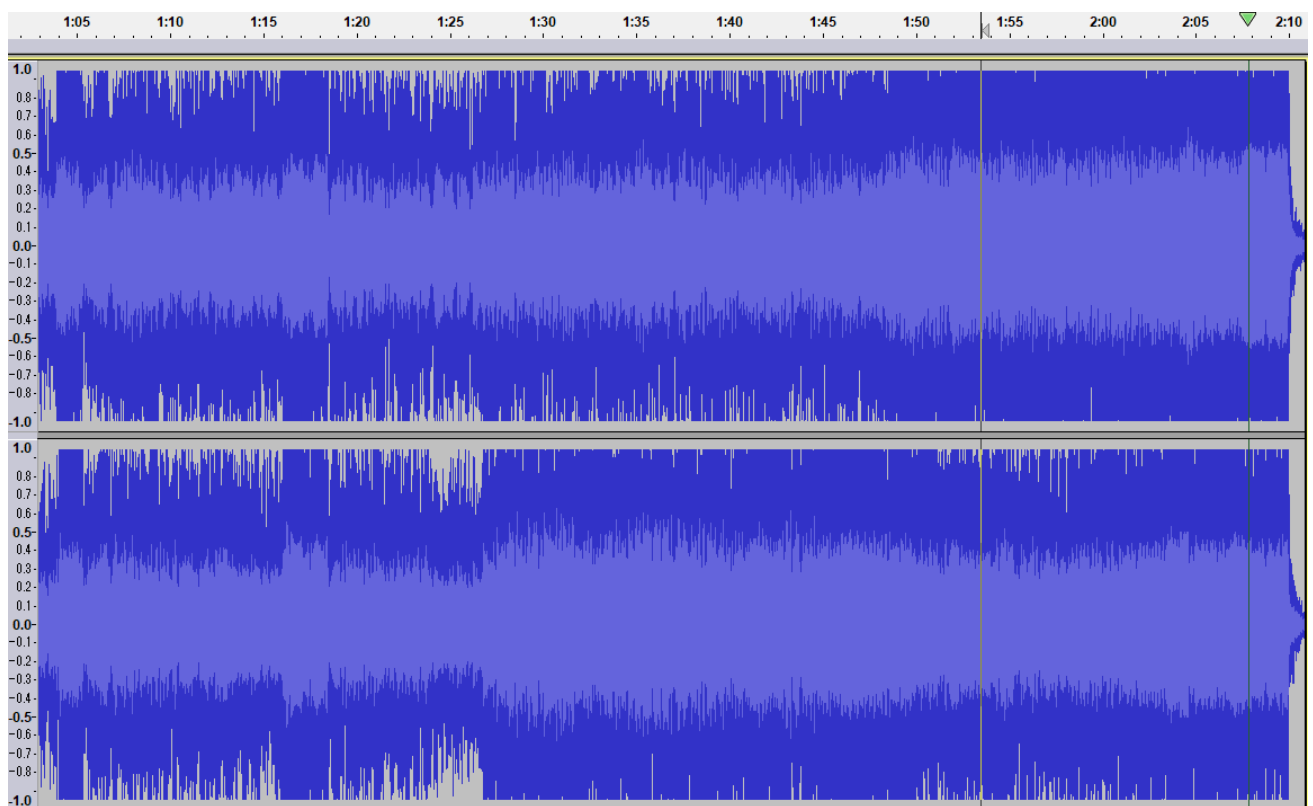
歪もノイズも多いアナログ盤が CD よりもリアルな音を出すのは、超高音域の波形再現に優れているからではないか、つまり時間領域の性能が優れているからではないか、というのが私なりの結論に近い仮説です。この分野の専門家の意見をぜひ伺いたいです。

オーディオ・メーカーの中でも時間領域の性能を重要視しているメーカーがあります。富士通テンの TD (タイムドメイン=時間領域) スピーカーはその一例です。以前に視聴したときはあまり良い印象がありませんでしたが、その時は CD をソースに使ったので、真の実力が分からなかったのかも知れません。アナログ盤が 384kHz のハイレゾで聴けば良い印象になるのかも知れません。

実質ダイナミック・レンジ

アナログ盤の中には、リミッターを使わずにカットインされたディスクがあります。高音質レコード、スーパー・アナログ・ディスクなどの表記のあるレコードはリミッターなしが当たり前です。これに対して、CD はすべてリミッターを使っていると聞きます。

90 年代後半以降、信号レベルが極端に高い CD が多くなったと感じています。下記はその一例です。2Cellos の 2Cellos というアルバムの中の 2 曲目「Misirlou」の後半約 1 分間のデータです。レベルが -6dB 以下 (図中 ± 0.5 以内) に落ちるタイミングがほとんどありません。ピーク保持時間 0.5 秒のピークレベル・メーターを見ると、-3dB から 0dB までの狭い範囲を動くだけです。これでは実質ダイナミック・レンジが極めて狭いというしかありません。



このようなリミッターを効かせまくった録音は、明らかに原信号と違う波形となっています。つまり、Hi-Fi ではありません。CD や CD プレーヤーのスペックがいかに立派でも、実際には CD は歪だらけという見方ができます。

リミッターなしのアナログ盤は、ピークが 0dB を超えてしまいますが、+7 ~ 8dB ぐらいであれば、全然問題ありません。それ以上は、ピックアップやフォノ EQ の性能によります。最もダイナミック・レンジが大きいレコードは、+20dB までカットインされています。そのレベルまで歪なく再生することを目標にするかどうかは、システム設計者の意図次第だと思います。

NOBODY Audio

とのちのオーディオルーム 補足資料