

オーケストラの 適正再生音量は何 dB/SPL か

デジタルの最小レベルでは波形再現はムリ

平本 修

部屋で違和感が生じる理由

オーケストラの演奏をリスニング・ルームで再生する場合、どれほどの音量で聴くのが好ましいのか？

ナマのオーケストラ演奏の最大音圧レベル（以下、音圧と略す）は110 dB以上といわれている。このような大音量を一般家庭で再現することが理想といえようか？ リスニング・ルームで聴くには、それなりの適正音量というものがあるのではなからうか？

ホールのような広い空間では空気は自由に振動できるが、狭い空間にてホール並みの大音量を発すると、空気振動が抑圧され、しかも反射音が至近距離から大量に返ってくる。さらに定在波も重なって、結果として“うるさい音”という印象の音になる。リスニング・ルームには容積に見合った適正音量があり、それ以上だと、“過ぎたるは及ばざる”ことになると思える。

違和感を呼ぶ原因はほかにもある。強弱のバランスが崩れ、本来弱音であるべき音が強調され過ぎるケースである。原因の1つはダイナミック・レンジの圧縮処理である。

オーケストラ録音では、コンプレッサーが日常的に使用されているとみていい。このために、弱音部の音量が相対的に嵩上げされた状態にな

っている。再生時に最大音量ばかりに目を向けていると、弱音が聴こえ過ぎてバランスを欠くことになる。

弱音強調のもう1つの要因は、収録方法にある。収録時のマイクの位置はステージに近く、さらにピックアップ・マイクが使用されることも多い。音源に近いので、客席で聴くよりいっそう細かい音が収録され、音楽の細部が描写されて結構なことではあるが、一方で、楽音以外の音も拾う。たとえば、管楽器奏者の息継ぎ音や演奏に伴って自然発生的に生じる各種の雑音である。これらは客席では気にならないケースが多いが、あまりに聴こえ過ぎると違和感を伴う。

部屋の中の最大音量と最小音量

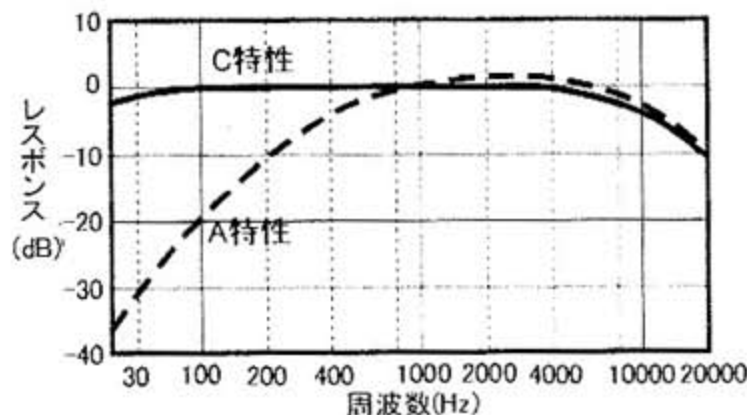
筆者のリスニング・ルームは10畳弱で、最大音圧が90~93 dB(C)（騒音計のC特性で測定した値、第1図参照）の範囲内で聴いている。それ以上でも、それ以下でもない。

長年ホールでの臨場感を追及して

いる過程で、自然収斂的にこの音量に落ち着いてきた。実演に比べると20 dB近い差があるが、HSS(平本式スーパーステレオ)による聴感上のダイナミック・レンジの拡大もあって、音量不足という印象はない。この音量が筆者にとって最適音量ということになっている。しかし、下限は何を意味しているのか？

音量を下げて行くと、ある音量から急激に音場の見通しが悪くなる。つまり臨場感が悪化し、欲求不満が増大する。透明な空気感を味わうには、最大音圧90 dB以上が必要なのである。通常のボリュームの位置は-6 dBポジションである。8割のソースはこのポジションがベストであり、他の2割は±2 dBの調整をしている。

それでは、上記標準音量で聴いているときの最小音量はどうなっているのか？ どうして最大音圧が90 dBを切ると、音場の空気感が失われるのか？ 理想的には、CDに記録されている音を漏れなく聴き取ることだが、実態はどうか？



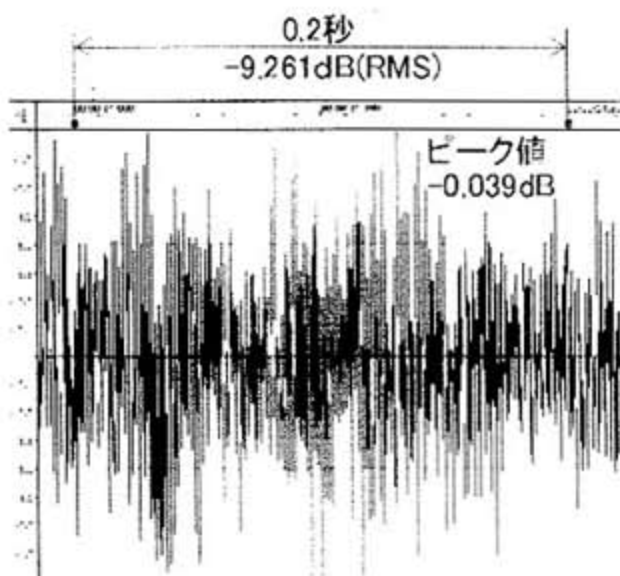
〈第1図〉
使用している騒音計の動作特性

CDの楽音を解析

ここまで来ると、CDに記録されている音の解析と耳で聴く音量との相関を解明しないと前に進めない。そこでツールとして波形編集ソフトSoundForgeを使い、楽音の解析に取り組むことにした。

CDからリップング(抽出)すると、CDに記録されている波形を細かく観測することができる。最初に調査するのは、最大音量である。フル・オーケストラのピークレベルを調べると、CDが記録できる上限値の0 dBか、それに極めて近いレベルになっていることがわかる。しかし、これらはあくまでもピーク・レベルの話であって、音量として実感するのはこのピーク値ではない。音量は平均値か実効値(RMS)として捕らえなければならない。SoundForgeは後者での観測が可能なので、これで楽音の最大音量を探ることにした。

ピーク値が0 dBのサイン波であれば実効値は-3 dBとなるが、現実の楽音波形は複雑な形をしている。第2図に楽音波形の一例を示す。直感的にもわかるように、ピークが連続するサイン波に比べると、実効値ははるかに小さいものとなる。



〈第2図〉楽音波形の1例

そこで、実効値を取得する場合、どの個所でどのくらいの時間幅でサンプルを抽出するかが問題となる。楽音波形を騒音計の測定値と関連づけるためには、騒音計の応答特性を配慮しなくてはならない。動作特性“FAST”での時定数が0.125秒と定められているので、サンプリングの時間幅を0.2秒とすればある程度の相関が得られるのではないかと推測される。

そこで、この基準でピーク値0 dB近辺の実効値を調べてみると、-10 dB (RMS) 前後の値を示すものが多い。それ以上は急激に件数が少なくなる。観測した範囲では-8 dB (RMS)が最大であった。このCDを-6 dBの私の標準ポジションで聴くと、最大音圧は95 dBを示す。少し大き過ぎる音量なので、2 dB絞って93 dBで聴いている。

つぎに、最小音量に目を移してみよう。最小音量を検討する前に2つの基礎的調査を行った。

1つはCDに記録されている暗騒音である。演奏の直前直後の個所で簡単に測定できそうだが、ここには各種の手が加えられていて、信頼性がない。そこで演奏途中の休止譜がある個所で、しかも残響が完全に消える瞬間を探して測定した。

25枚のCDを調べた結果、暗騒音の平均値は-64 dB (RMS)となった。ただし個体によるバラツキが多く、±6 dBにも及んだ。

つぎは楽音の最小音である。ベルリオーズ：「幻想」の第5楽章冒頭の弦のトレモロ部分で-71 dBが観測された。本稿ではこれを“最小音”とした。

CDの最小音を聴きとれるか

いま検証しようとしているのは、この最小音-71 dBよりさらに小さい微弱音の世界である。暗騒音以下は聴こえないのではないかと懸念があるが、周波数成分が異なるので、暗騒音以下でも結構聴こえる。このレベルには、楽音の音色を形作る高調波成分があり、さらに残響がある。どちらも、どこまで聴こえているのかを数字で捕らえることはむずかしい。

そこで視点を変えて、「CDが記録できる最小音を聴き取ることができるのか」というテーマに切り替えてみた。

CDは16ビットの量子化で音圧を記録する。最小値は-90 dBとなる。2進数1桁の領域であり、量子化誤差も最大となる。果してもとのサイン波に戻せるのかという疑問も残る。もしサイン波が復元できたとしたら、ピーク値は-90 dBとなり、実効値は-93 dB (RMS)である。最大音量との差を求めると、

$$-10 - (-93) = 83 \text{ dB}$$

となる。私のリスニング・ルームでの最大音圧は93 dBなので、最下限の音圧は93-83=10 dBの計算となる。0 dBが可聴最小音とされているから、1000 Hzであれば数字の上では耳に聴こえることになる。

しかし最小可聴音0 dBは無響室で、しかも若者を被験者にして測定された値である。10 dBあるとはいえ、暗騒音があるマイ・ルームで聴き取れる音圧なのか？

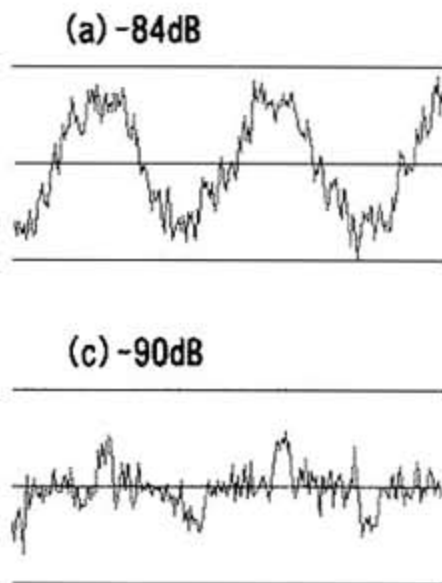
筆者手持ちの騒音計の下限域は32 dBである。リスニング・ルームの暗騒音をA特性で計測してみると、26 dBという値を示す。計器の保証範囲外なのであまり信用はできないが、目安にはなる。

最初にテスト用のCDを作った。テスト波形のピーク・レベルを-84 dBから-90 dBまで1 dBずつ下げ、各ステップで、周波数は1 kHzから6 kHzまで1 kHzごとに刻んだ。ボリュームの位置は-6 dBの標準位置とした。

試聴結果は、-84 dBでは6 kHzが聴き取りにくかった。-87 dBでは1 kHzと5 kHzが怪しくなった。最後の-90 dBまで頑張ったのは2 kHzであった。第3図は等ラウドネス曲線⁽⁴⁾で、これによると3 kHzと4 kHzが最大感度になっているが、今回のテストでは2 kHzがベスト感度であった。

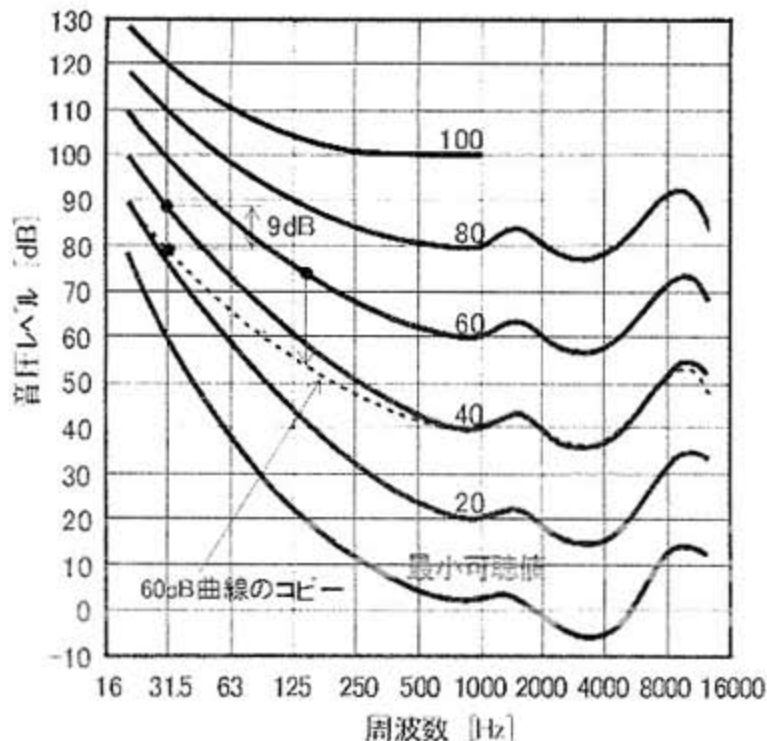
とにかく、曲りなりにもCDの最小音を耳にすることができたが、どこまで聴こえたかと問われると、最初の-84 dB(実効値-87 dB)とするのが妥当なところだろう。これを下回ると「聴こえた」というより「検知できた」の方が実態表現としては正しく、音楽鑑賞時にこれほどの微細音を認知しているとは思えない。

さらに-84 dBと-85 dBの音量差があり過ぎたことも気がかりだ。前者は2進数2桁、後者は1桁の音だ。どうも波形精度に問題があ



〈第4図〉1000 Hzのアナログ波形。(CD)ではサイン波とはいえない

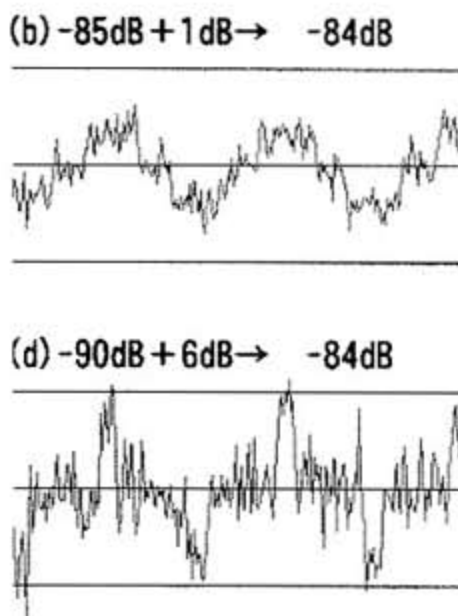
〈第3図〉等ラウドネス曲線(ISO 226-2003による)。低音での耳の感度はきわめて悪い



りそうだ。そこで最小音-90 dBの音をボリュームで6 dB上げて聴いてみた。これで-84 dBの音と同じ音量になるはずだが、明らかに小さかった。

こうなると、アナログ波形を観測してみないと実態が把握できない。REC端子に96 kHz/24ビットのレコーダを接続し、マランツ SA-7 S1 プレーヤの再生波形を記録した。第4図にそのアナログ波形を示す。

(a)が-84 dBの波形で、サイン波に近い。(b)は-85 dBの波形を編集

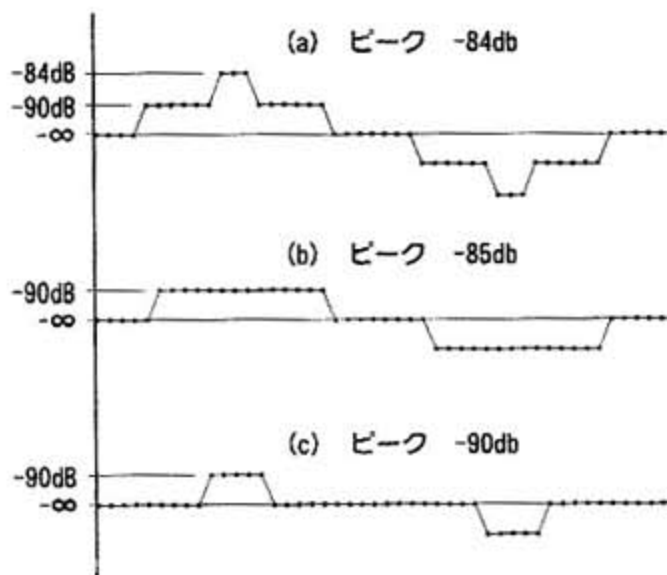


処理で+1 dBした波形である。理論上は(a)と同じ波高になるはずだが、その違いは大きい。その下の(c)(d)は-90 dBの波形であるが、サイン波というには苦しい波形だ。これらはプレーヤの性能というより、2進数1ビットでの波形精度に問題があることを物語っている。

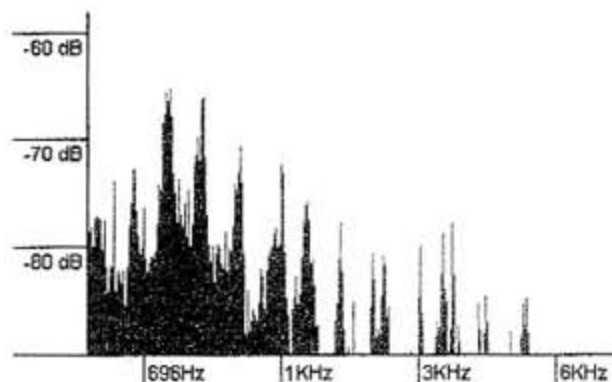
デジタル記録の微小音の実態

もう少しデジタル記録の世界を極めるために、微小音域でのデジタル記録の実態解明に踏み込むことにした。第5図に SoundForge が生成したデジタル波形の詳細を示す。-90 dBから-85 dBまでは、信号“1”が占める時間幅だけで波高をコントロールしようとしている。-84 dBから2ビットの世界に入り、原波形がおぼろげながら推測できるようになる。

こうしてみると、2進数1桁では波形再現にいきさか無理があり、これが音量不足の要因になっているに違いない。SACDではこのレベルでの波形精度に不安はない。とかくSACDの優位性を高音域の再生能



〈第5図〉
1000 Hzの
デジタル波
形



〈第6図〉▲
最小楽音のスペク
トル分析

力に求めがちだが、微細音の再生能力にも注目する必要がある。

第6図は「幻想」の最小音 -71 dB (RMS) の波形をスペクトル分析したものである。高調波成分は第5調波まで存在している。この最小音がヴァイオリンのトレモロ演奏であるとはっきり認識できるのは、第4、第5調波あたりまでの高調波を聴き取っているからに違いない。この高調波のレベルは、 -80 dBを下回っている。

ラウドネス特性もからむ

以上の結果から、筆者のリスニン

グ・ルームでの可聴最小音を特定しなくてはならないが、残念ながら明確な答は出ない。しかし、結論をあえていうと、ピーク・レベル -84 dB近辺の音が音場の見通しを左右しているのではないかと思える。これを音圧換算すると 16 dBになる。

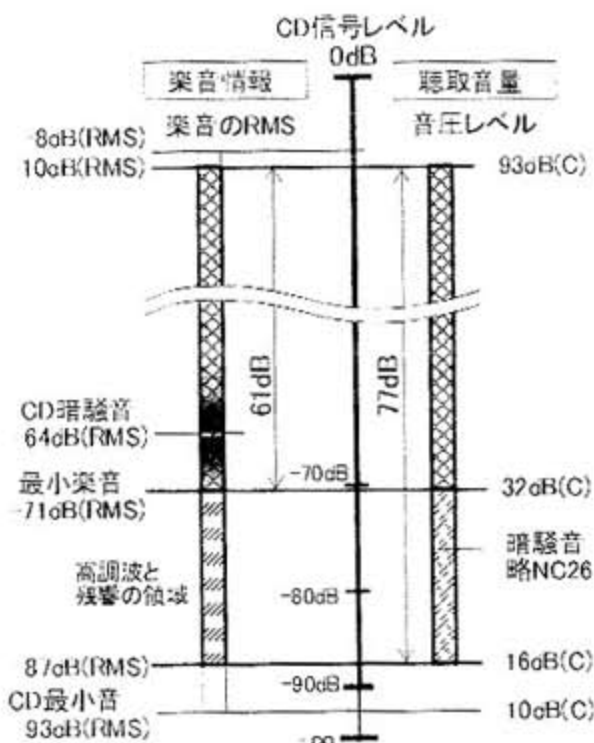
これまでの調査を総括すると、マイ・ルームでの最大音圧は 93 dB、最小楽音は 32 dB、可聴最小音は 16 dBとなる。第7図はこれらの関係を図示したものである。もちろん、アマチュアゆえに測定器の精度や部屋の環境、加齢による聴力低下の影響などで、正確なデータとはいいが

たいし、波形と音圧との相関も怪しいところがあるが、最適音量を検証する足掛かりにはなった。

なお少し本論からそれるが、第3図の等ラウドネス曲線でわかるように、音圧によって、特に低音の聴こえかたが違う。原音が 60 dBであった音楽を 40 dBの音圧で聴く場合は、低域で 9 dB程度の音量不足を生じる。逆に弱音を異常に増強しているソースでは、原音より再生音の方が大きくなるケースもありうる。この場合は低域が増強され過ぎて、不気味な感じがする。このようにダイナミック・レンジの圧縮処理が低音再生に影響を及ぼし、さらに全体の再生音量がこれに追い討ちをかけている。

どんな音量で聴こうと個人の勝手だが、オーケストラのようなダイナミック・レンジの広い音楽について、音質とか臨場感を論じる際には、適正音量という規範があってもいいのではないかと思う。適正音量とは、強音と弱音のバランスが取れた音量のことである。今回のレポートはこの難題に挑戦したのであるが、明快な結論には至らなかった。しかし、「適正音量」という概念がほんやり見えて来たのは収穫であった。

注) 等ラウドネス曲線はフレッチャー＝マンソン曲線や、ロビンソン＝グドソン曲線 (旧 ISO 226) が知られているが、ここに掲載したのは2003年に改定された ISO 226-2003 である。



〈第7図〉
CDに入っている情報と音
圧レベルの関係。実際に聴け
るダイナミック・レンジは
 $93-32=61$ (dB) くらい？