

## デジタル・パッケージ・メディアにおける 音声収録レベルに関する考察

再生する立場から見た適切な音声レベルは如何にあるべきか

千葉 精一

### **A study on the audio recording level of the Digital Package Media - What audio-level could be the best for users in terms of reproduction -** CHIBA Seiichi

#### Abstract

In recent years, in the musical CD business world, **the Audio Level** competition in order to increase **the loudness** has been intensified mainly in a genre of the Pop and Rock music. After listening to some CDs, I found some of those were treated in an excessive way for increasing **the loudness**.

As a result of excessive treatment, despite the successful increased loudness, I have come to doubt that there is deterioration in sound quality or a change in balance among musical instruments. Therefore, I verified the situation, and I described below my consideration to what could be the right recording level of CDs.

With regard to DVD-Videos, most of them were movie-films when they were initially put on the market, but nowadays many musical DVD titles recording the live concerts or the promotional films have also been released.

I sometimes found a significant difference in the recorded audio level between a CD and a DVD-Video, which were packaged together in a set article. It is inconvenient for users to adjust volume level every time they listen to it when there is a variation in **the Audio Level** within the same article, and the existence itself of a variation in loudness within the same media is a problem. Therefore, I describe below my verification of the situation, the causes, and the countermeasures for them.

**Key Word:** Loudness, CD-Mastering level, Audio Level for DVD-Video, Dynamic-range Compression, Operating Level, Loudness Level Meter.

#### [ 要約 ]

近年、音楽用CDの世界ではポップス・ロック系ジャンルを中心に音量感（ラウドネス：LOUDNESS）を上げるためのレベル競争が激しくなっている。それらの中には音量感を上げるための処理に行き過ぎと思われるものも見受けられ、音量感は上がったものの音質劣化や楽器バランスの変化が起きているのではないかと疑問を持つに至り、その状況を検証し適正なCD収録レベルは如何にあるべきかについて考察を試みた。

また、DVD-Videoは発売当初、映画が市場の大半を占めていたが最近ではライブやプロモーション映像を収録したミュージックDVDも多くのタイトルがリリースされてきている。

これらの中にCDとDVD-Videoがひとつのパッケージに同梱された商品形態があり、一部には収録音声レベルにかなり差のある商品も存在することが判明した。音声レベルにばらつきがあることはユーザーにとって「その都度ボリュームを調整せざるを得ない」という不便さを招き、また同一メディアでありながら音量にバラつきがあること自体も問題であり、実態の検証と原因、改善策などについて考察してみた。

キーワード：音量感（ラウドネス）、CDマスタリング・レベル、DVD-Videoのオーディオレベル、ダイナミックレンジ圧縮、オペレイティング・レベル、ラウドネスレベルメータ。

## 1. まえがき

近年 iPod に代表されるメモリーオーディオがそのポータビリティの良さと有料、無料、合法、違法を含めた豊富な楽曲を有するサイトの充実などにより急速に普及しているがその活用方法にはインターネットによるダウンロードと共に、購入したCDやレンタルショップからのCDコピーで楽しむユーザーもかなり存在する。

1982年10月にCD-DA（Digital Audio：以降CDと記述）が発売されてから今年で24年が経過した。パッケージ商品としてDVD-VideoやDVD-Audio、SACD（Super Audio CD）など新しいメディアも登場したが発売タイトル数、製造枚数はCDに遠く及ばず厳然としてCDは音楽パッケージメディアの「雄」としての地位を保っている。この24年の間に録音からマスタリング（量産用マスタを制作する工程）に至る制作プロセスはデジタル技術の進歩と共に大きく変化してきた。

特にここ数年、パソコン（以後PC）の著しい発達には革命の変革をもたらした。それは極端を言えばPC 1台あれば録音からマスタリング作業までのプロセスが個人レベルで容易に可能となったことである。従来はマスタリング作業で行われる収録レベルの調整（広い意味でダイナミックスの処理）を行う“リミッタ・コンプレッサ”や周波数領域での音色加工を行う“イコライザ”は高価な専用業務機を必要としたが今やPCソフトに組み込まれたアプリケーションやプラグインそして安価なアウトボード機器の出現などにより比較的容易に音の加工処理を可能にした。

これらの状況も反映してか、近年Jポップ系、ロック系、ヒップホップ系など国内録音のCDは聴感レベルを上げるためのレベル競争に陥っている感がある。中には音楽性を無視したと思われる程のダイナミックレンジの圧縮を行っている作品も見られるため、これらの実態を調査し安易なレベル競争に陥らないよう警鐘を鳴らしたい。

また、近年DVD-Videoもライブやアーティスト・プロモーション・ビデオなど音楽DVDが多くリリースされている。これらの中でCDとDVDが同梱され「2枚組・パッケージ」として発売されている商品の中には収録レベルに極端なバラつきが見られる状況にある。

これらの実態を調査し、発生する要因と改善点につき記述する。

## 2. デジタル技術の発達をもたらしたもの

音を固定化する技術の発達はダイナミックレンジの拡大と周波数レンジの拡張と共にあったといっても過言では無い。

ダイナミックレンジとは最小音量レベルと最大音量レベルの幅をdBで表したものであるが、アナログパッケージの終焉であるLPレコードとCDを比べるとLPレコードが約70dBであるのに対しCDでは96dB、DVD-AudioやSACDでは120dBを上回る規格まで用意されている。

一方、周波数特性を見た場合、LPなどアナログレコードは高音域が30kHz付近まで(15kHz付近よりだらだと減衰するが・・・)収録可能であるのに対し、CDでは急峻なフィルタにより約20kHz以上の音はバツサリとカットされるという特性を有している。その結果、「アナログの方が音質は良い」という声も有るが音質を論じる場合、単純に周波数特性だけでは片付けられない要素も数多くあることを理解しておく必要がある。

いずれにせよDVD-AudioやSACDでは100kHz付近まで記録、再生することが可能となり電気的特性はアナログ録音の限界を超え、人間の聴覚能力をもはるかに超える結果となっている。

パッケージメディアの「雄」であるCDはADC (Analog to Digital Converter)、DAC (Digital to Analog Converter)をはじめとするデジタル素子によるオーバーサンプリング処理やハイビット化を含めた高性能化、回路の改善などにより発売当初の音質に比べ著しく改善されてきた。

またここ数年でPCの高速処理技術やプログラム技術の発達と共に従来は業務用専用機による録音からマスタリングまでのプロセスが安価で且つ簡便にしかも1台のPCで可能となってきた。この現象はMIDI (Musical Instrument Digital Interface) やサンプリング音源及び周辺技術の発達とも相俟って前述の如く小規模な録音スタジオ、極端に言えば家庭の一室でもCD制作が可能になった。

こうした状況は大規模スタジオの収入減によるスタジオ閉鎖やベテラン・エンジニアの失業という要因の一端を招いているばかりではなくレコーディングから最終商品に至るプロセスにおける「経験的蓄積による音楽的な音作り」に少なからず影響を及ぼしていると推測される。

## 3. クラシック系とポップス・ロック系のダイナミックレンジ

通常クラシック音楽のオーケストラ生演奏でのダイナミックレンジは120dB前後と言われている。アナログ録音機でのダイナミックレンジは70～80dBであるためフォルティシモはレベルを抑え、ピアノシモではレベルを上げて収録するというミキシング技術が要求された。

しかし、デジタル録音機の場合、20ビットではダイナミックレンジが約120dB (チップ

精度や、ノイズフローの問題等により実質は110dB前後)となり大半のクラシック音楽の領域をほぼカバーしているのでフォルティシモ時の最大レベルを確認しておけば後は放っておいても理屈上は問題ないのだが、そのままレベルをいじらずに収録すると標準的なユーザーのリスニング環境ではピアノシモでは聴き取れなかったりフォルティシモでは大きくなり過ぎたりするためエンジニアはミキシングによってダイナミックレンジをコントロールしユーザーがいちいちボリュームを調節しなくても済むように収録することがミキシング技術のひとつとして重要となる。クラシック音楽、特にオーケストラ編成の楽曲はダイナミックレンジが広く、そのダイナミック感を巧く表現することがクラシック音楽ソフトの魅力にもなっている。

一方、歌謡曲やポップス、ロック、ヒップホップといったジャンルはクラシックに比べ楽曲そのもののダイナミックレンジは狭いのが一般的である。しかしここで問題なのはこれらのジャンルがいくらダイナミックレンジは狭いからといって、むやみに小さな音の底上げを行い、ダイナミックレンジを圧縮することによって聴感レベルを上げる『レベル競争』に陥ることは音楽性の点でいささか疑問を感じる場所である。

そこでパッケージメディアの代表であるCDがレベル競争に陥る要因と最終的にパッケージの収録レベルを決定する要素が大きいマスタ制作及びCDマスタリングについての概要を述べる。

#### 4. パッケージメディアの収録レベル

##### 4.1. アナログレコード時代から存在したレベル競争

アナログレコードでの収録レベルは収録時間と密接に関する。収録レベルを上げるということは音溝の振幅を大きく記録することでありその結果、限られた盤面積では収録時間が短くなってしまい、また音溝の振幅を大きくするとプレーヤによっては“針飛び”を起こしやすくなってしまふ。これらのことを考慮しながらできるだけ大きな音でカットング(切削針で音溝を作ること)するという事はカットング・エンジニア自身にそれなりの経験や技術力、ノウハウが求められた。

45回転のEP盤はシングル盤と呼ばれ、特に歌謡曲やポップスなどヒット曲を作り出す原動力となった。レコード各社が発売するシングル盤はラジオ放送で流れ、また1960年代後半から有線放送が盛んになり巷の飲食店などに流れはじめた。送信元の放送局や有線放送局のスタジオでは曲ごとにレベル調整など特には行わないので録音レベルの大小はその曲自体の訴求力に影響を及ぼすと言われるようになった。特にアーティストや作家から「有線で聴いたが、俺の曲は他の曲より小さかった」という苦情をしばしば耳にしたものであった。

レコード各社の会合などでの話の中では各社とも同様の苦情があった様子で、各社共通の悩みでもあった。

実際に「音が小さい」と言われたレコードをちゃんとした再生装置で試聴するとレベル的に問題となる例は少なく、アーティストや作家は「自分の曲はきちんと聴かせたい」という心理状態から「音が小さい」と感じるのではないとも言われた。また音量感はアナログ録音、

デジタル録音の区別無く、単に物理的特性以外にも歌手の声質やアレンジ、ミキシング・バランスなど芸術的、感覚的要素が大きく影響するのも事実である。

#### 4.2. CDの収録レベルとダイナミクス処理

CDはアナログ・ディスクのように収録時間と収録レベルとの相関関係は無く、記録されたデジタル信号のフルビットが最大記録レベルとなり、理論上これ以上音量を大きく記録することは不可能である。そのためデジタル信号のレベル表示はこのフルビットを基準値0dB-FS (Full Scale) としている。

基準運用レベル(オペレイティング・レベル:アナログ信号が0VU時)についてはレコード会社や音楽スタジオではフルビットから16dB下がったレベルである-16dB-FS、NHKではEBU(European Broadcasting Union)R-64に準拠の-18dB-FS、民放連では-20dB-FSと各々規定している。しかしレコード会社を中心とした音楽スタジオではポップス、ロック、ヒップホップといったヒット指向の楽曲では近年聴感レベルを上げるためのレベル競争が激化し、その結果相対的なレベルの上昇を招き、CDマスタリングでは基準運用レベルなど無視したレベル競争に陥っているのが現状である。

デジタル記録する際に如何にして音量感を上げるかの手法は小さい音量で記録された部分を大きくする、すなわち底上げをしてフルビットである最大レベルに近づけることであり、結果的にはダイナミックレンジの圧縮という形で処理される。

この処理は基本的に“ゲインコントロール”と“リミッタ・コンプレッサ”とを組合せて行われる。“リミッタ・コンプレッサ”は入力レベルが大きくなった時にある設定した入力レベルの閾値(スレッシュホールド・ポイント)から出力レベルに制限を加え、出力の音量を抑える機能をもった音響効果機器のひとつである。(図-1:ダイナミックレンジ圧縮の例)

近年デジタル信号処理技術が急速に発達し、デジタル記録された信号を短時間で解析しビット(量子化)を効率的且つ有効に使うためのレベルを最適化する“ノーマライズ”と呼ばれる処理もしばしば併用される。但し“ノーマライズ”は楽曲の最大レベルを自動検知し全体のレベル修正を行うための処理方法でレベル圧縮処理は行わない。

これら音量レベルに関する加工処理をダイナミクス処理と呼んでいる。

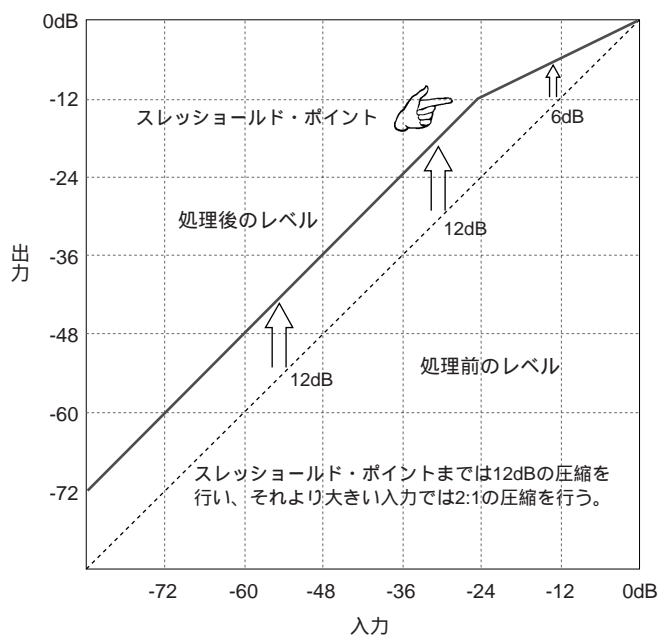
一般的にCDマスタリング作業は量産用マスタ(プロダクション・マスタ)を作成する最終工程の作業であり、曲を順番に並べ替えたり曲ごとに音色調整やレベル調整、曲間のタイミング、曲のスタート時間、エンド時間、ISRC など曲情報の入力などを行う作業であり音色、音量など音そのものに関する加工処理作業ではディレクターやミュージシャン、アーティスト、アレンジャーなどが立会うケースが多い。

基本的に音色の決定は主に“イコライザ”で細かく調整し、音量感に関しては“リミッタ・コンプレッサ”や“ノーマライザ”などを用いて決定していく。

CDマスタ制作やマスタリング時に使用されるダイナミックレンジ圧縮処理機としてアウトボード・タイプでは「ファイナライザー(TCエレクトロニック社<デンマーク>の商品名)」が有名であり多くのスタジオで普及している。近年同様の機能を有したアウトボー



図-1 コンプレッサによるダイナミックレンジ圧縮の例



ド・タイプのものが他メーカーからも販売されているがこれらの多くは周波数帯域が3～5分割され、各帯域ごとにコンプレッション・パラメータが設定でき、またパラメトリックEQ（イコライザ）やグラフィックEQも備えCDマスタリングのみならず、DVD-Video制作時の音声処理、放送スタジオでの音声レベル均一化などにも採用されている。

PCベースのDAW（Digital Audio Workstation）として“Pro Tools”や“SADiE（サディー）”“Sonic Solution”が有名である。PCベースのDAWにはいろいろな機能のアプリケーションを別途にプラグインという形で購入することが可能でありこれらを用途に応じて使い別けている。

“Pro Tools”では“ノーマライザ”機能と“リミッタ・コンプレッサ”機能をもったプラグイン方式のオプション・ソフトとして“マキシマイザー”が有名である。

ISRC（アイ・エス・アール・シー）とは「International Standard Recording Code」の略称で、日本語では「国際標準レコーディングコード」と訳されています。コンパクトディスク等で流通される“音源（sound recording）”の識別コードとして利用されている唯一の国際標準コードで、「国名コード」などを含む計12桁の英数字で構成されます。

なお、ISRCの適用範囲は音源だけではなく、音楽ビデオを識別するコードとしても利用されます。

ISRCは、基本的には「音としてその違いが区別されるべき」音源を単位として、各々に異なる番号が付番されます。例えば、CDの場合はトラックごとに異なる番号が付番されま

すが、ある音源に一度 ISRC が付番されれば、たとえそれが後に別のメディアによって流通されるような場合でも、初めに付番された ISRC 番号がそのまま使用されます。つまり、一度付番された ISRC は、時間経過や流通メディアの変更等に関わらず、同じ音源である限りは永久に一つの番号でそれを識別するシステムと言えます( (社) 日本レコード協会資料より )

---

#### 4.3. クラシック系のマスタリングとポップス系のマスタリング

クラシック音楽ではそのダイナミックレンジの広さや奥行き感を サウンドの “ 売り ” の一つにすることもあり、CD マスタリング時にダイナミクス処理をするケースは比較的少なく、専らミックスダウン作業での完パケマスター制作時にミキシング・エンジニアが必要に応じてダイナミックレンジの調整を含め、ごく軽度なダイナミックレンジの圧縮を行う程度である。

一方、ポップス系、特にロックや J ポップなどではダイナミックレンジの圧縮幅の大小はあるもののその大半が “ リミッタ・コンプレッサ ” や “ ノーマライザ ” を使用し音量感を確保するダイナミクス処理を行っている。

特に近年は PC ベースでのダイナミックレンジ圧縮処理が容易に且つ安価に可能となったこともあり、連続してフルビットまで音量を持ち上げて音量感を得るという手法の作品が数多く見られるようになってきている。この手法はミキシング・エンジニアが仕上げたマスタ本来のダイナミック感を損なうばかりか歪の増加さえ感じる作品に仕上がる場合があるので試聴を繰り返しながらパラメータの設定を慎重に行わなければならない。

以下に CD におけるダイナミックレンジの圧縮処理につき実態の検証を試みた。

### 5. 検証：その1 CD の収録レベルとダイナミックレンジ

#### 5.1. 検証システムの概要

**再生プレーヤ：**パイオニア製 DV-578

本機は CD、DVD-Video、DVD-Audio、SACD など最近のパッケージメディアの殆どが再生可能なユニバーサル・タイプのプレーヤである。

**サウンド・ボード：**“ クリエイティブ ” 社製 “ SOUND BLASTER-AUDIGY4 ”

本機は 192kHz 24bit の DA コンバータを持つ当該シリーズの中では上位に位置する製品であり、アナログ入出力のダイナミックレンジ、SN 比も問題ないと判断した。

今回の検証では CD 及び DVD-Video の収録レベルを調査するため、ユーザーの利用頻度が高いと思われるアナログでの入出力にて検証した。

**音声取込み用アプリケーション：**“ SOUND FORGE Ver.5 ”

今回は波形取込にしか使わなかったが編集機能に優れ、プロからアマチュアまで広く使われている。

**CD 基準レベル調整用ディスク：**ヨーロッパ放送連盟 ( EBU ) 企画制作による 『 SQAM 』 ( Sound Quality Assessment Material )、CCIR ( 国際電気通信諮問委員会 ) 規格 562 にそつ

た主観評価用音源：TRACK-1：図-2

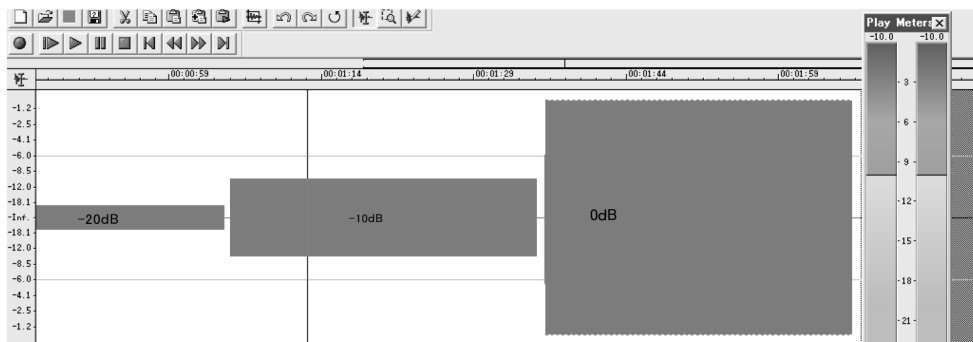
DVD-Video 音声基準レベル調整用ディスク：日本オーディオ協会制作 DVD-Video  
用オーディオ・チェック・DVD-V1 ディスク

## 5.2. 測定のための基準レベルの設定

再生プレーヤよりアナログ出力された信号はPC上のサウンド・ボードを經由し音声取込アプリケーション“SOUND FORGE”にてWAVファイル形式で記録される。

このとき基準CDを用い、記録されている-20dB、-10dB、0dB（フルビット）の1kHz正弦波信号が正確なレベルでWAVファイル記録できるようアナログレベルを校正した。

図-2 基準CDにて記録レベルを校正した図：Play Meterは-10dBFSを示している



今回の波形図は紙面の関係から左チャンネルのみとし、Play Meter（レベル表示）のバーは左右2チャンネル表示とした。Play Meter上部の数値はスタートから再生位置表示バー（垂直の線）までの間の最大ピーク値を示したものである。

基本的に曲のPCへの取込みは1曲を単位としているため取込み波形図は1曲単位のスタートからエンドまでのレベルをグラフ化したものである。

**楽曲の取込み波形図は楽器編成やアレンジで当然異なるが一つの傾向を示す材料としては活用できると判断し掲載した。また比較した楽曲は同じ傾向のものを選んだつもりである。**

## 5.3. クラシック系CDのダイナミックレンジ

クラシック系CDではピアノシモとフォルティシモを的確に録音、再生することが音楽性の魅力にも影響するため、ことさらダイナミックレンジを狭め全体の音量レベルを上げることは通常行わない。

マスタリング時点でのダイナミックレンジ圧縮処理は行っていないか、行っても軽度の圧縮処理と思われる波形の事例2つを示す。ポップス系とは明らかに異なるレベル波形であり比較参考用として取上げてみた。



事例としてベートーヴェンの交響曲第5番「運命」第一楽章である。

図-3は演奏：ウラディミール・アシュケナージ指揮 フィルハーモニア管弦楽団  
(商品番号：POCL-9801 レーベル：LONDON)

録音年：1983年 録音方式：デジタル録音

図-4はヴォルフガング・サバリシュ指揮 ロイヤル・コンサートヘボウ管弦楽団  
(商品番号：TOCE-9041～5 レーベル：EMI) ベートーヴェン交響曲全集より

録音年：1993年録音 録音方式：デジタル録音

図-3：「運命」第一楽章 ウラディミール・アシュケナージ指揮 フィルハーモニア管弦楽団

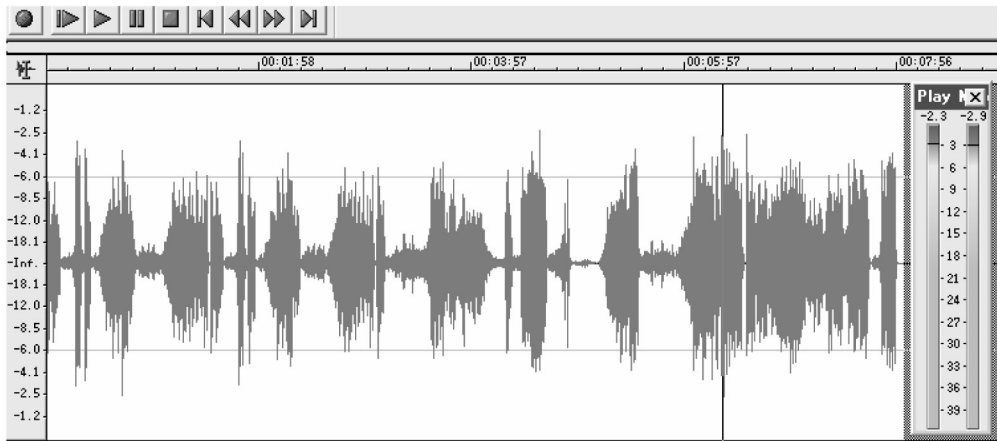
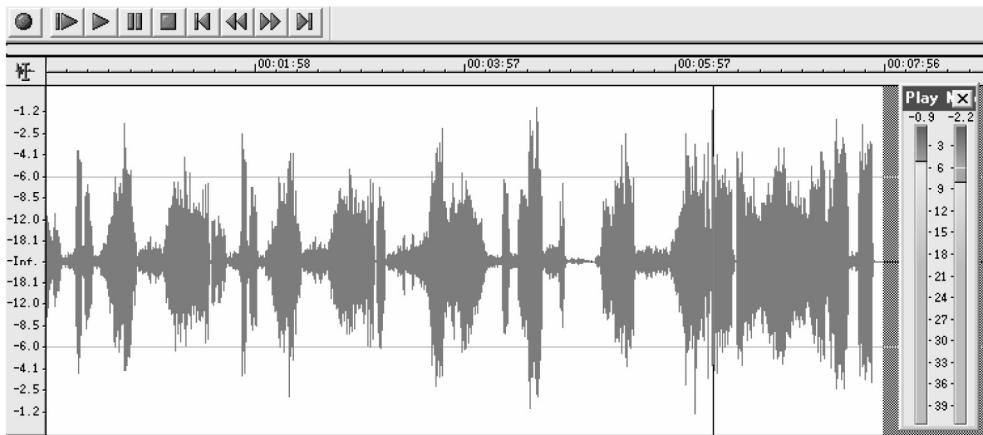


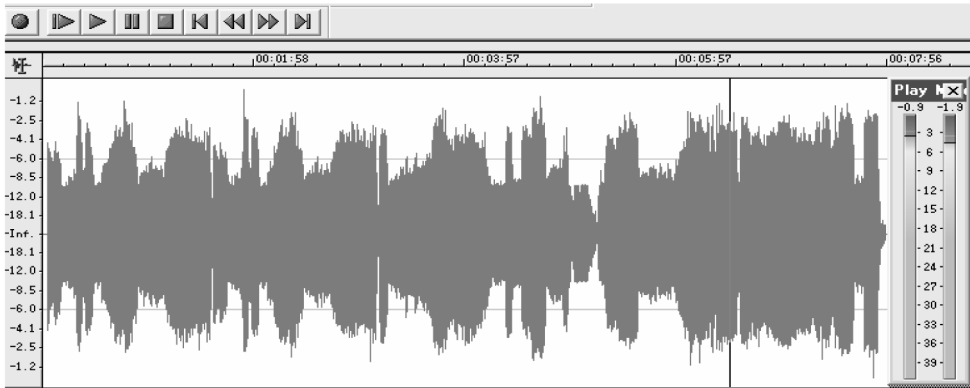
図-4：「運命」第一楽章 ヴォルフガング・サバリシュ指揮 ロイヤル・コンサートヘボウ管弦楽団



いずれの「運命」CDも波形から見て十分にダイナミックレンジを確保し、平均的なピークレベルもフルピット(0dB)から2～3dB低く、適切であることが判る。試聴した感じではサバリシュ指揮の方が若干音量感は有るように感じられたがどちらも歪感の無いクリアーでダイナミック感のある録音である。

ちなみに若干冒流かもしれないが、図-5はヴォルフガング・サバリシュ指揮 ロイヤル・コンサートヘボウ管弦楽団のCDを“SOUND FORGE”のダイナミックレンジ圧縮アプリケーションにて極端に処理した波形である。平均音量レベルは上がっているがダイナミックレンジが狭くなり細かなディテールも失われている状態が窺える。これはあくまで実験的に作った音でありクラシックCDでは考えられない圧縮波形である。

図-5 前図と比較して音の小さな部分が持ち上げられ  
ダイナミックレンジが狭くなっていることが判る。



#### 5.4. ポップス及びロック系CDのダイナミックレンジ

クラシック系音楽とポップス・ロック系音楽とでは対象とするユーザーが要求する音楽性、市場性、ひいては録音技法など多くの点で対極に位置するジャンルであり一概に比較し、論じることには無理もあるかと思うが、昨今のポップス・ロック系のCD収録レベルとダイナミックレンジの圧縮処理に関し、30タイトルほどの試聴と測定を試みた。

以下に特徴が見られるポップス系、ロック系それぞれ3タイトルにつき記述する。

##### 5.4.1. ポップス系

図-6「POP - A」は国内Jポップ・男性グループのCD、図-7「POP - B」は国内Jポップ・女性ボーカリストのCDであるがいずれも過度にダイナミックレンジ圧縮が行われており、連続的に最大音量がリミッティング（抑圧）されている様子がグラフから窺える。

いずれも音圧感を感じられるが奥行き感に乏しく、「POP - A」ではやや歪感を伴って聴かれた。一方、図-8「POP - C」は米国録音による米国女性ポップ・ボーカルのCDであるが、「POP - A」「POP - B」同様にダイナミックレンジはかなり圧縮されてはいるが弱音部の持ち上げ幅が小さいことがグラフからも読み取れ、強弱のディテールもはっきり表現され、聴感上も奥行き感があり、巧い音作りがなされている様子が窺える。

図-6 : 「POP-A」男性Jポップ・グループ 国内録音

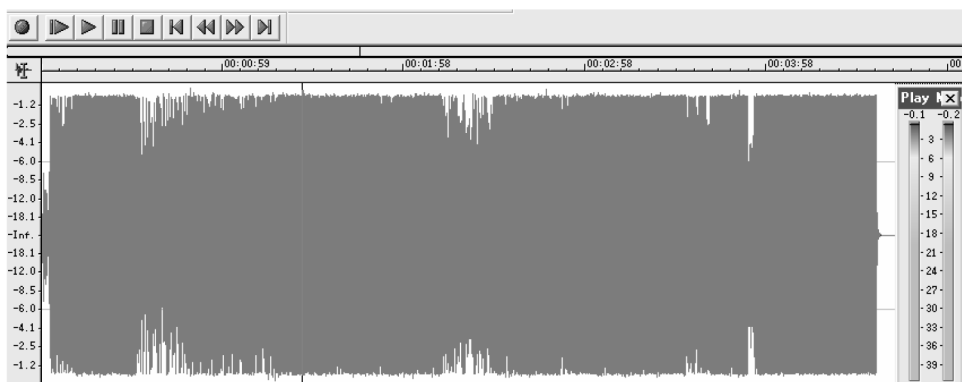


図-7 : 「POP-B」女性Jポップ・シンガー 国内録音

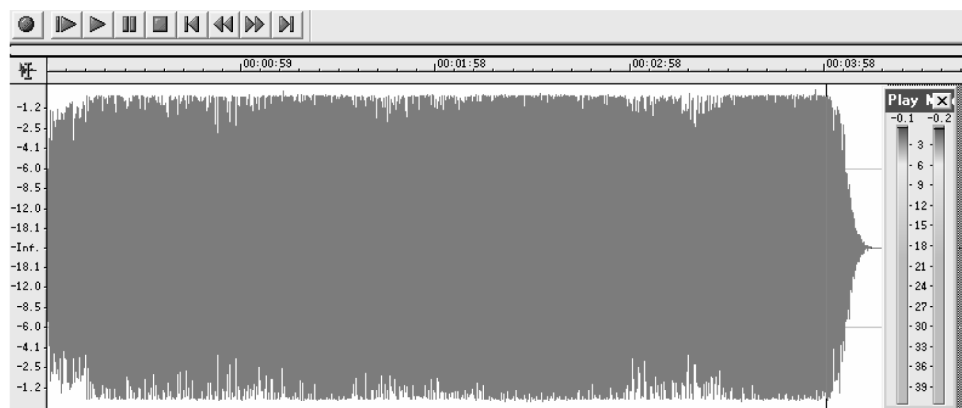
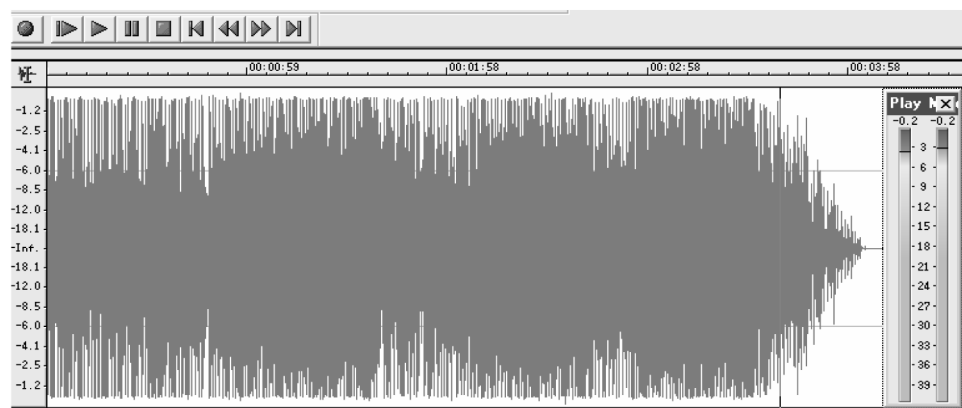


図-8 : 「POP-C」外国女性ポップ・シンガー 外国録音



#### 5.4.2. ロック系

図-9「ROCK - A」、図-10「ROCK - B」はいずれも国内ロック・アーティストCDであるがいずれもかなりのダイナミックレンジの圧縮が行われている状況がグラフから窺える。

図-11「ROCK - C」は同じロック・アーティストでも外国人アーティストCDであるが若干全体のレベルは小さいが聴感上では特に感じられない。ダイナミックレンジを十分に表現し最大レベルも連続してリミッティング（抑圧）されていない状態がグラフからも窺え、歪感もなく聞き易いサウンドに仕上げている。

図-9 : 「ROCK-A」国内ロック・グループ 国内録音

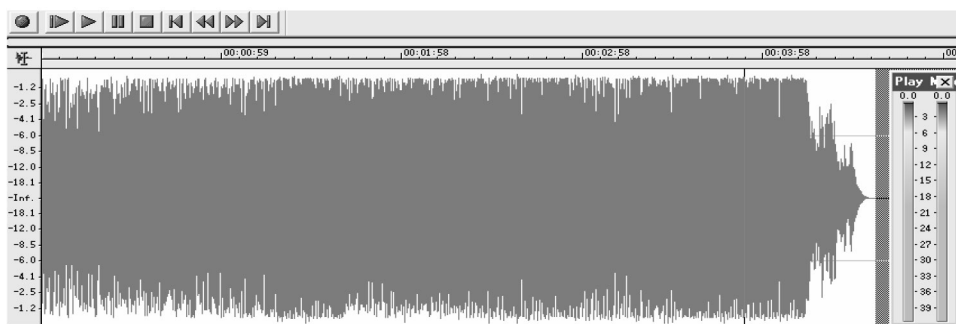


図-10 : 「ROCK-B」国内ロック・グループ 国内録音

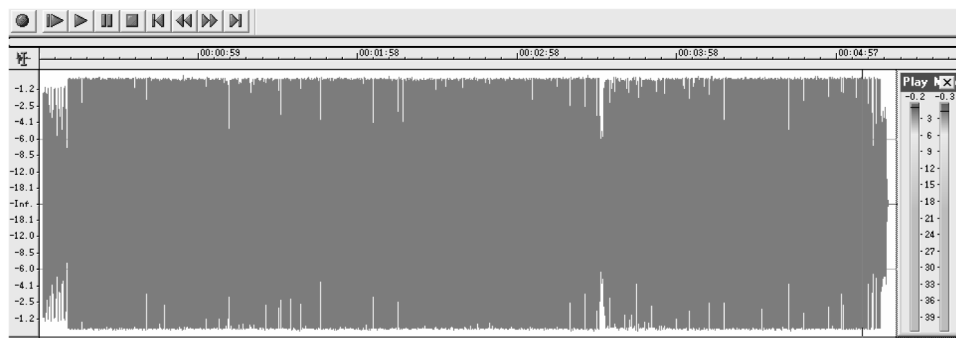
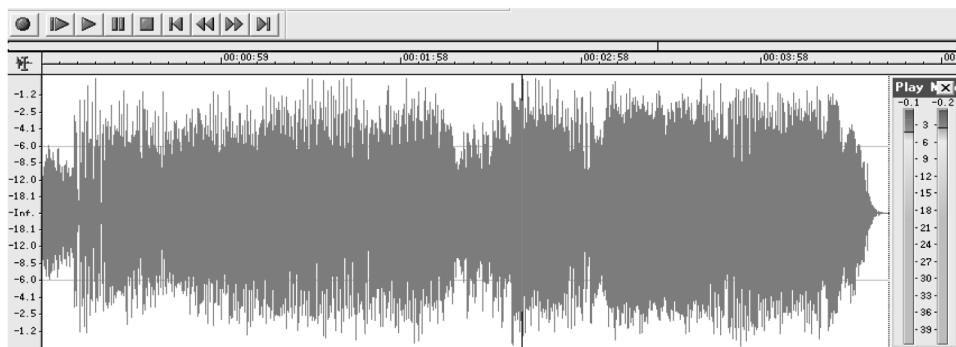


図-11 : 「ROCK-C」外国ロック・アーティスト 外国録音



いずれの曲でも曲調やアレンジによりグラフ上に現れる波形は異なるが、大雑把に見た場合その大半はダイナミックレンジの圧縮が行われるためこのような箱状の波形になる傾向にある。特に国内録音の「図-6、7：POP - A・B」「図-9、10：ROCK - A・B」は弁当箱に例えると「ギューギュー詰めにご飯やおかずを押込んだ感じ」が顕著に見られる。

これはデジタル信号処理だからこそ可能な技であり、アナログレコード時代のような名人芸的な技は不要であるが複雑なパラメータで細かく処理することも可能でありミキシング・エンジニアやマスタリング・エンジニアにとっては経験に基づいた感性と腕の見せ所でもある。

ダイナミックレンジの圧縮による楽器バランスの変化と音量感の関係、圧縮の限界と歪感などにつき、私自身が録音した楽曲を元に適正な収録レベルに関する実験を試みた。

#### 5.5. ポップス系における適正なCD収録レベルの検証

私自身が録音を手がけた楽曲「SAMPLE (女性ヴォーカル・ポップ)」はアナログ録音によるものであるためテープ固有の特性である高音域のピークレベルにソフト・リミッティング(穏やかな抑制)がかかり、リミッタ・コンプレッサを使用しなくてもデジタル録音に比べ音量感が得られやすい傾向にある。これはアナログ録音をデジタル化するとき、聴感レベルの確保という意味でメリットとなる。

以下の図はミックスダウン・マスタ制作の時点での収録レベルを前提に実験した例である。

図-12はオペレイティング・レベル、1kHz 0VU (ライン出力 = +4dBu) アナログ出力時、デジタル入力レベルを-12dB-FSとし、そのまま“SADiE”マスタリングPCにてデジタル記録したものであるが、このレベルは他の国内ポップス系CDに比べやや小さいが問題となる程ではなく5～6年前なら標準的なレベルであった。

図-13は“SADiE”のプラグインソフトを用いて収録可能最大レベルより0.5dBほど低いレベルでダイナミックレンジ圧縮を行ったグラフで、全体のレベル(結果的にはスレッショールド・レベル以下)は4dB持ち上げている。弱音部、残響のディテールもしっかり再現されており、ヴォーカル・ポップス系に関してはこの程度の収録レベルが適正であると考えられる。

図-11の外国CDと似たような形で音楽的にも聴き易くダイナミック感も十分得られている。

図-14は更に全体のレベルを3dB、トータルで7dBレベルを上げた音であるが楽器のバランスが崩れ歪も増加して聴かれ、弱音部のディテールが消え気味であり結果的には過度なレベル処理と言える。

ただしロック系などでは歪感が迫力につながるケースもあるため一概に歪感を少なくする方がベストであるとは言いきれないのも事実である。



図-12 :「SAMPLE-1」:何も処理を行わないレベル分布  
このままのレベルでは最近の国内ポップス系のレベルとしてはやや小さい

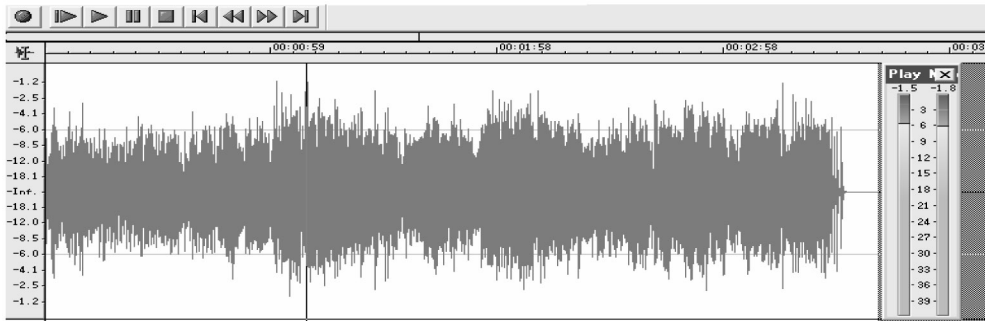


図-13 :「SAMPLE-2」:ノーマライズ処理とコンプレッサ処理にて4dB程度底上げたレベル分布:  
ダイナミックレンジも適度に表現され歪感も少なく音楽性も損なわれていない。この程度の  
レベル分布が望ましい。図-11と似たレベル分布となっている。

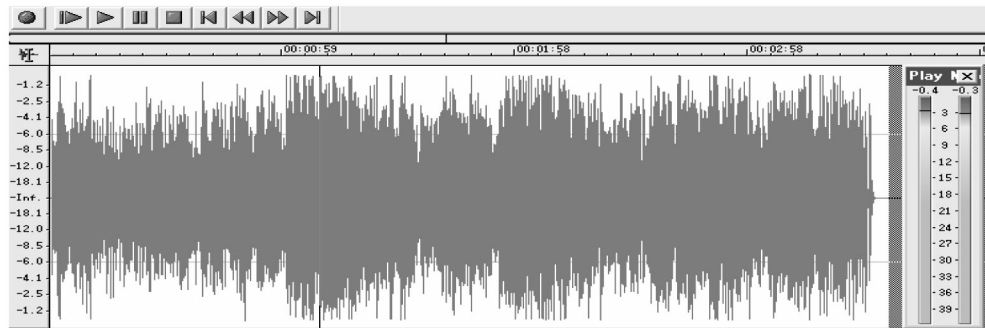
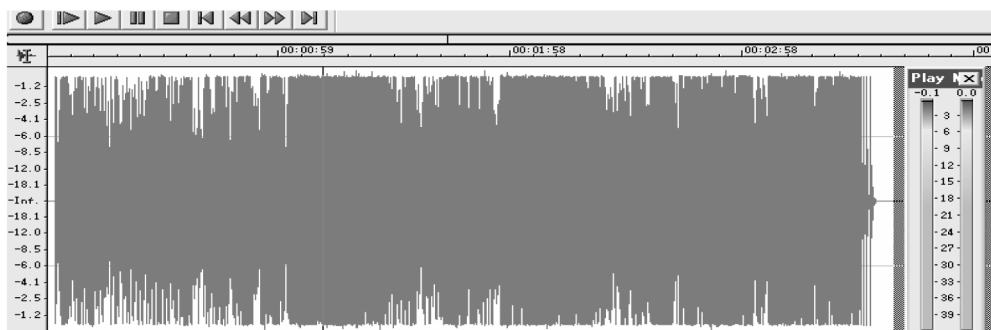


図-14 :「SAMPLE-3」:ダイナミックレンジ圧縮処理にて7dB底上げたレベル分布。  
レベルとしては音量感もあるが歪感が増加し、楽器バランスも崩れた過度な処理の例である。



## 5.6.“ミックスダウン”と“マスタリング”の作業と収録レベル

確かにポップスやロックといったジャンルのCDは音量感を出すことはサウンドの魅力にもつながる重要なファクタである。しかし何度も述べてきたように過度なダイナミックレンジの圧縮は一列横隊の音になり易く、奥行き感や残響や楽器の余韻といった細かなニュアンスを表現するバランスに変化が生じ、時には歪も増加するということを充分理解しておく必要がある。

もう一つ大事なことは「一度ダイナミックレンジ圧縮を行った音は元の音には戻らない」ということである。

マスタリングは最終的に商品（CD）の音を決める作業となるがその前段階作業であるミックスダウン作業は何日もかけてアルバム収録曲を仕上げていく場合が多い。そのため個々の曲毎にレベルや音色にバラつきが生ずることがあり、これらを修正しアルバムとして統一感のあるサウンドに仕上げ、商品価値を高めるにはマスタリング作業が非常に重要となる。

マスタリング作業に持ち込まれたミックスダウン・マスタが図-14の如く既にフルビット連続状態でダイナミックレンジ圧縮が行われた音であった場合、レベル的に処理する余裕が無くなるため音加工にかなり制約を受けることになりマスタリング・エンジニアは頭を抱える結果になる。

そこでミックスダウン・マスタ制作にあたってはヘッドルームに2～3dBの余裕を持たせ過度なダイナミックレンジ圧縮は行わないことがマスタリングの作業にとって有効に作用することとなりマスタリング・エンジニアとしての考えも織り込み、アルバムとしての統一感も出しやすい。

波形的には図-13のような余裕のある波形に仕上げておくことが望ましい。

しかし近年ダイナミックレンジが圧縮されたCDをお手本に作られたミックスダウン・マスタがマスタリングの作業現場に持ち込まれるケースが多く見られ、マスタリング・エンジニアを悩ませている。この傾向は比較的経験の浅いエンジニアがPCベースでミックスダウン・マスタを仕上げた場合に多く見られるようである。

勿論ミュージシャンやプロデューサーの立会い下に音作りされる訳だが制作スタッフがダイナミックレンジの圧縮とはどのようなメリットやデメリットがあるか、ミックスダウン・マスタとプロダクション・マスタの違いなどについて充分理解しておく必要があるのではなからうか。

単に「大きいことは良い事だ」にならないよう留意することが大事であるとする。

## 6. 検証その2：DVD-Videoの音声収録レベルと同梱CDの音声収録レベル

NTSC方式によるDVD-Videoの音声記録方式にはデジタル信号を圧縮せずそのまま伝送、記録するLPCM（リニアPCM）方式とデジタル信号を圧縮し、5.1チャンネルなどマルチチャンネル伝送時にも比較的低い転送レートで記録できる方式のドルビー・デジタル方式及びやや圧縮率の低いdts（digital theater systems）方式が広く知られている。

音楽DVDの中でもライブ収録などでは観客の歓声や雰囲気など臨場感を表現するため5.1チャンネル・サラウンド収録が多くなっているが、音質を重視した2チャンネル・ステレオとしてサンプリング周波数48kHz、または96kHzのLPCMが同時に収録してあるコンテンツも見られる。

一方プロモーション・ビデオなどを収めたDVD-Videoでは放送用を主な目的にしていることとCDのプロモーションという意味もあり48kHz 16ビットのLPCM、2チャンネル・ステレオでの収録が主流となっている。

#### 6.1. CDとDVD同梱商品でそれぞれの収録レベルが違う事例

新しい商品形態としてCDと同じ曲のプロモーション・ビデオを収録したDVDが同一パッケージ・ケースに同梱された2枚組の商品が出回っているがCDとDVDの音楽収録レベルにかなりのレベル差が見られるものがある。

そこでCDとDVDの音声レベルにどの程度差があるかを検証してみた。

検証にあたってはDVD-Video 音声基準レベル調整用ディスク（日本オーディオ協会制作DVD-Video用オーディオ・チェック：DVD-V1 ディスク）を使用しレベルを校正した。

図-15：サンプリング周波数 48kHz LPCM の1kHz基準信号取込みの図

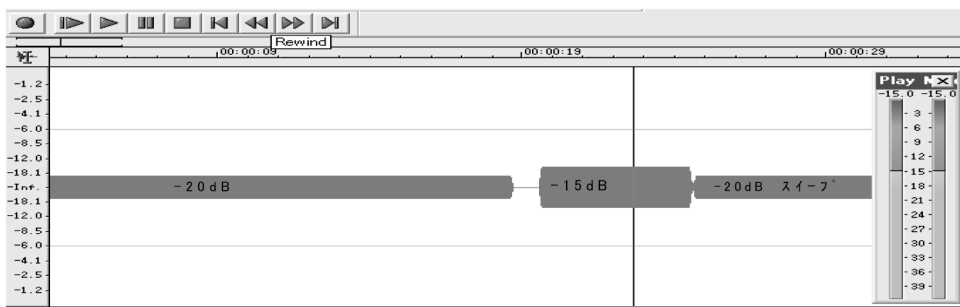


図-16、17「作品A」と図-18,19「作品B」はどちらもJポップ女性シンガーの商品でCDと同じ曲のプロモーション用ビデオDVDが同梱されている商品である。どちらもDVDの収録レベルがCDに比べ8～10dBほど小さく同一プレーヤで再生した場合かなりのボリューム調整を必要としユーザーにとって不便であることがグラフからも読取れる。

DVDの音声はいずれもサンプリング周波数は48kHz、量子化数16ビットのLPCMで収録されている。

図 -16 : 「作品A」のCDのレベル

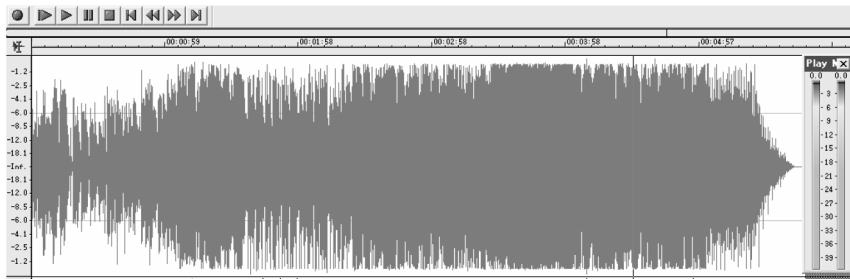


図 -17 : 「作品A」のDVDレベル：CDと同じ曲だが10dB以上小さい  
サンプリング周波数 48kHz、量子化数 16ビット、転送レートは 1536kbps

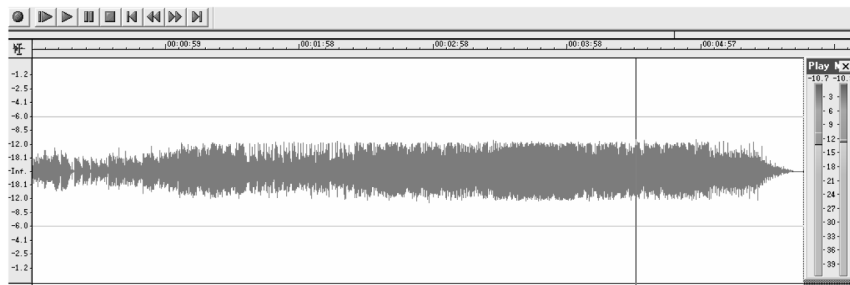


図 -18 : 「作品B」のCDレベル

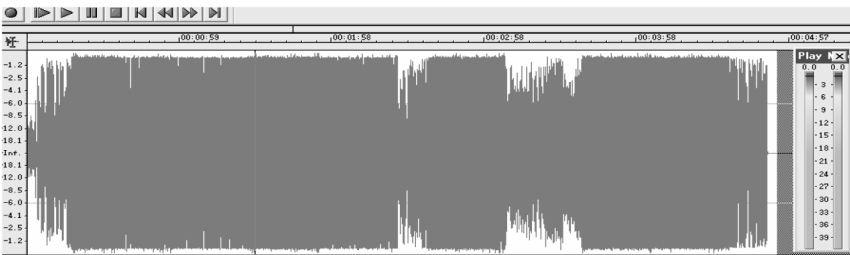
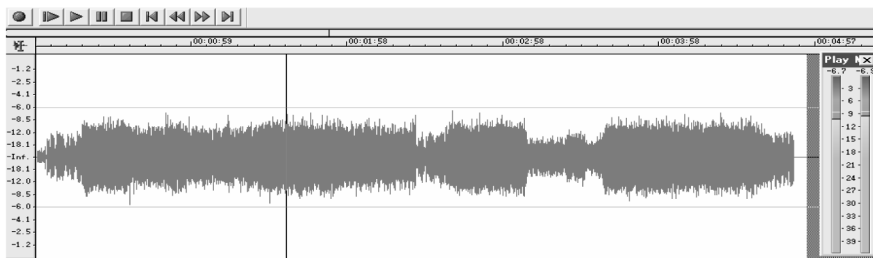


図 -19 : 「作品B」のDVDレベル図：CDと同じ曲だが8dBほど小さい  
サンプリング周波数 48kHz、量子化数 16ビット、転送レートは 1536kbps



6.2. CDとDVD同梱商品でそれぞれの収録レベルが変わらない事例  
 CDとDVDが同梱された商品のDVDの収録レベルがCDと変わらない商品もある事例である。

図-20 : 「作品C」のCDレベル図

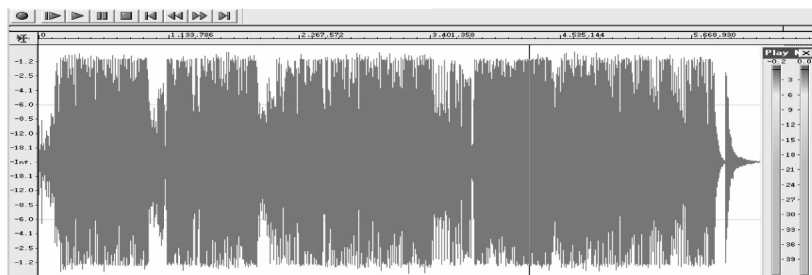
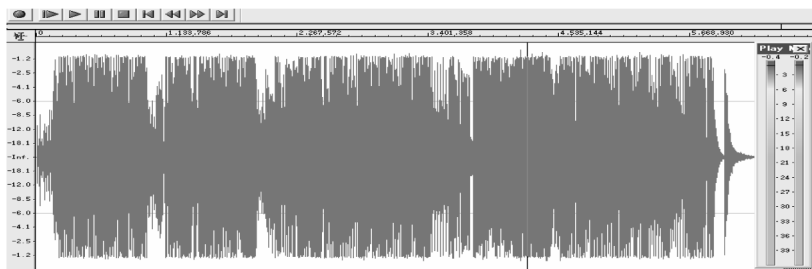


図-21 : 「作品C」のDVDレベル図  
 サンプリング周波数 48kHz、量子化数 16ビット、転送レートは 1536kbps



6.3. 何故プロモーション用DVD-Videoの音声にバラつきが生ずるのか。

(1) テレビ放送を前提とした放映用マスタの収録レベル

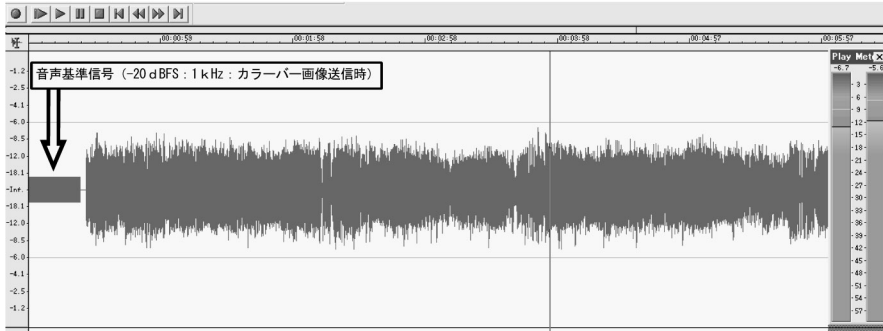
プロモーション・ビデオは基本的にテレビ放映を前提として制作されているためポストプロダクションのMAスタジオで制作される放送用マスタの音声レベルは基準運用レベル-20dB-FSをきちんと守らなければならない。何故なら、放送局がパッケージメディア制作と同様のレベル競争に陥ってしまえば視聴者が番組やチャンネルを変える度に音量調整をしなければならない事態になりかねない。そのためテレビ放映用マスタをそのまま流用してDVDを制作するとCDと大きなレベル差が生じる結果となる。作品A、Bはおそらくテレビ放送を前提として制作されたものをそのままパッケージ用マスタとして使用したものと推測される。

図-22は民放局の地上波デジタルTVでの1kHz音声基準信号(-20dBFS:カラーバー送信時)と音楽番組を受像機のデジタル出力で音声レベルを測定した図であるが実際のレベルは基準運用レベル(アナログ:0VU時)より8~10dB大きく運用されている様子が窺える。



いずれにしてもパッケージメディアのレベル、特にCDの記録レベルと比較して大きな差があることが判る。

図-22：地上波デジタルTV（民放）の音楽番組受信レベル：受信機デジタル出力より



## (2) CD マスタリングとMA作業～DVD オーサリングの関係

CD マスタリングでは元になる音源「ミックスダウン・マスタ」を更にレベル修正、ダイナミックレンジ処理やイコライザ処理による音色修正を行い「CD用プロダクション・マスタ」を作成するケースが大半である。ここで最終的に仕上がった「CD用プロダクション・マスタ」の音源をコピーし映像用に使用する場合と「ミックスダウン・マスタ」をコピーして映像用に使用する場合が考えられる。後者の場合、CDとは当然音色や楽器バランスが異なることが予測される。

またCDとDVD用音声規格のLPCMではサンプリング周波数が異なるためアナログ経由にて変換した場合には微妙なレベル変化が生じる場合があり注意が必要である。

その原因としてデジタル記録になってからオペレイティング・レベルで1kHzの基準信号を入れなくなっていることが考えられるがこれについても検討してみる価値は有りそうである。

## 6.4. DVDの音声レベル設定の検討要請と提案

CDとDVDが同梱されたポップス系商品のそれぞれの収録レベルについては検証からも現時点では大別して2つのパターンに分類できる。

- (a) DVDを放送のレベルに合せたもの：CDとのレベル差は大きい
- (b) DVDをCDのレベルに合せたもの：テレビ放送とのレベル差は大きい

ユーザーにとってはこのようなバラつきは無いことが望ましい。そこでソフト業界の関連団体には改善の検討を行っていただきたい。

私見ではあるが以下の事項を提案したい。

CD、DVDが同梱されている場合、DVDの収録レベルはCDのレベルに近づける。

DVDの基準運用レベル（オペレイティング・レベル）を-16dBFSとする。

DVDの収録レベルは放送用レベルよりも2dB～4dB以上大きく設定しユーザーの理解を得る。

デジタル録音であっても業務用マスタはプログラム帯の前に1kHzの基準信号をオペレイティング・レベルで記録すること。現在ほとんど実行されていないが基準のレベルを認識しておくことは重要であると思われる。

CDマスタリングでの過度なダイナミックレンジ圧縮によるレベル競争を自粛する。

(レベル競争が激化する中、難しいとは思いますが非常に重要な問題であり放送局とのレベル格差を少なくする意味からもソフトメーカーは前向きに取り組んで欲しい。)

放送局が番組間や局相互の音量感(ラウドネス)の差を少なくするために実用化を目指している「ラウドネスレベルメータ」(聴感レベルを表示するメータ)の導入を検討する。

## 7. ラウドネスレベルメータの開発：放送における音声レベルの管理

### 7.1. VUメータ、ピークメータ、そしてラウドネスレベルメータの登場

テレビ放送で番組やチャンネルを変えたとき、CMが流れたときなどに音量感(ラウドネス)が違ったと感じボリュームを調節した経験を持つ人は多いと思う。

放送局や録音スタジオの制作現場では音量を監視するメータとしてVUメータとピークメータがあり広くはこれらを併用している。

ピークメータは瞬間的な最大値レベルを表示するためデジタル音声信号の監視に向いているがラウドネスを監視するメータとしては不向きである。

VUメータは応答速度が遅いが聴感レベルに近いため放送局ではナレーションのときは-4VU、音楽では0VU程度になるように調整してラウドネスの均一化に対応している。

しかし実際にはモニター環境や使用機材、音源の特性などが異なるとVUメータの指示値とラウドネスは一致しないことがしばしば発生する。

VUメータはあくまで音声電圧を読取る電圧計でありラウドネスという感覚的なファクタを考えたメータにはなり得ない。

そこでラウドネスを監視し、音量感を揃えるという目的で考えられたのが“ラウドネスレベルメータ”である。

現在ITU-R(国際電気通信連合無線通信部門)においてラウドネスに関する測定方法や表示方法の検討が行われている。NHKとヤマキ電気㈱が開発したラウドネスレベルメータは商品化もされているがこれ以外にも測定法も含めいくつかの方式が提案されている。

現在NHKを中心に多角的な検証実験を行っている。

### 7.2. ラウドネスレベルメータの概略

主な考え方と特徴は以下のとおりである。

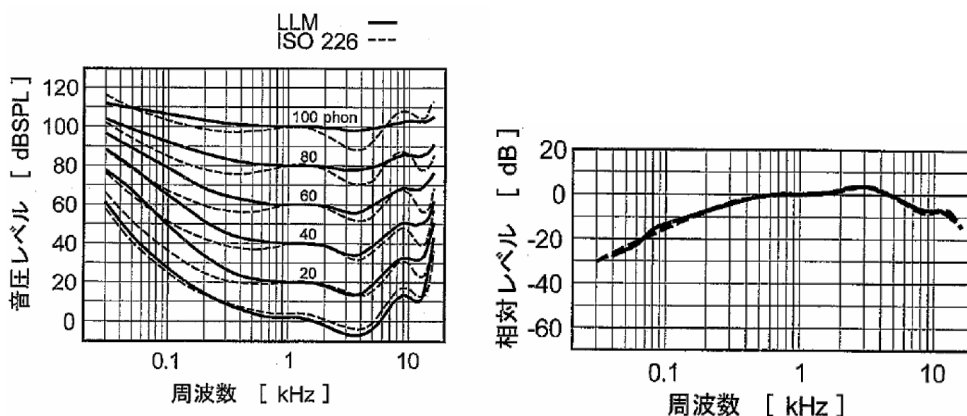
ラウドネスレベルはISO226で決められた「等ラウドネス曲線」に基づくアルゴリズムを使用している。

したがってラウドネスレベルメータ自体の周波数特性は「等ラウドネス曲線」とは逆特性に近い特性になる。(図-23 参照)

音声信号を単時間のブロックに分割し、約21msごとにラウドネスレベルを算出するがその値を時々刻々表示するのではなく数秒単位でラウドネスレベルを観測し、ラウドネスレベルのレベルの高い区間のみの平均値をメータの指示値としている。

標準的な家庭では音声を約60dBAで聞くことが多いという報告があるので基準の1kHz純音(-18dBFS)の再生レベルを60phonと仮定した。但しラウドネスレベルメータの目盛り0の位置は70phonとし基準の1kHzは-10を表示するように設定してある。

図-23：ラウドネスレベルメータ(LLM)に用いた等ラウドネス曲線(左)とメータの周波数特性(右)【映画テレビ技術2004/8(624)「ラウドネスレベルメータの開発と規格化の動向」黒住幸一(NHK 技研)著 より】



コンテンツごとの個性が強いパッケージメディアの現場では放送のように聴感レベルを均一化することに努力するという事は難しい面もあると思われるが、デジタル時代の新しい音量計として音楽スタジオ関係でも検討してみる価値はありそうである。

## 8. あとがき

これまで述べてきたように昨今CDのレベル競争はポップス・ロック系を中心に激しさを増している感がある。

確かに「怒鳴り声は音量を下げても囁き声にならないし、囁き声は音量を上げてても怒鳴り声にはならない」ということを理解すれば物理的には「怒鳴り声」も「囁き声」も同じ音量レベルであっても差し支えない。という論法も成り立つが、やはり「怒鳴り声は大きなレベル」「囁き声は小さなレベル」で録音したほうが自然に聴こえるのは当然であると考えます。

音楽もフォルテはフォルテにふさわしいレベルで、ピアノはピアノにふさわしいレベルで録音されるべきであると考えるのは私だけであろうか。

過度なレベル競争が及ぼす弊害についてミュージシャンやプロデューサーは理解してトラックダウンやマスタリングの作業に立会っているのではあるだろうか。

CD音楽を楽しむユーザーの中にはクラシックからポップス、ロックまで幅広く楽しむ人もいることであろう。それらのユーザーから「クラシックはポップスに比べ音が小さい」と言われることがあるかもしれない。その時クラシックもポップスのようなダイナミックレンジの圧縮を行うのであろうか。

ポップス系のCDが「ギョウギョウ詰めの弁当」に例えるなら、放送のレベルは「隙間だらけで底が見える弁当」といった感じで、このギャップが今回考察したCDとプロモーション用DVDの音量差にもつながっている一因と考える。

つまりパッケージメディアは量子化ビット数を充分過ぎるほど有効に使っているが放送ではせっかく大きな入れ物が用意されているにも拘らず有効に使っていないということが言える。放送の音声現場では突然の大きな音にも歪まず対応できるだけのヘッドルーム（オペレーティング・レベルからフルビットまでの音量の幅）を充分確保しておきたいという考えも理解できるが、ダイナミックレンジを自由にコントロールできる機器が発達した現在「デジタル音声のヘッドルームは18dBや20dBも必要なのか？」という疑問も無い訳ではない。（基準運用レベルよりかなり大きいレベルで運用されている様子は窺えるが...）

そこで、パッケージメディア系のエンジニアと放送関係のエンジニアはデジタルの音声レベルに関してもう一度原点に帰って検討を試みることも必要であると思われる。

音楽を主に扱うパッケージメディア系に対し、ドラマ、バラエティー、ニュース、音楽など多種多様な番組コンテンツを扱う放送メディアでは確かにオペレーティング・レベルに対する考えは異なると思われる。レベルに関する各種の規定は一度決めて動き出してしまおうと後から変更することはハードメーカーやユーザーの混乱を招くばかりでなく過去に収録されたコンテンツへの扱いや現場のオーディオ・エンジニアにとっても混乱が予想されるため慎重を期す必要があり難しい問題ではある。

パッケージメディアの収録レベルの問題は5.1チャンネル・サラウンドの各チャンネル間のレベル・バランス、特にLFE（低音効果用0.1チャンネル）やフロント・センター・チャンネルの収録レベルにおいてコンテンツ毎に差異が見られ統一性を欠いている状況もあるためこれらについても今後調査する必要性を感じている。

また、“ラウドネスレベルメータ”に関してはまだ私自身、試験的にも運用した経験が無く公表された資料からの記述であるため、これについても近々に実験を行い改めてレポートしたい。

## 参考文献

黒住幸一著：映画テレビ技術2004/8（624）「ラウドネスレベルメータの開発と規格化の動向」