

〈巻末資料 2〉 映画とテレビにおけるラウドネス測定

1 ラウドネス測定とは

1-1 ラウドネス測定と音量コントロールの目的

従来音量を監視するためには VU メーターとピークメーターが使われてきた。平均値、ピーク値の違いはあるが、どちらも音声信号の大きさをそのまま測定するものである。これに対し、実際に人間が感じる音の大きさ（ラウドネス）に沿った値を表すために、周波数特性や時間経過なども加味した値を測定する方法が考えられるようになった。アナログ技術ではこれらの補正を正確に素早く行うことは不可能であったが、デジタル技術の進歩がこれを可能にしたのである。

映画の予告編やシネアド、テレビ CM などでは「大きい音で聴かせたい」という製作者の要求が強く、音量競争の要因の一つとなっている。大空間の暗い場所で大きなスクリーンと規定音量（85dB SPL）で再生される「集中視聴」の映画に対し、比較的小画面で再生音量は視聴者に委ねられ、生活音に囲まれた中での「ながら視聴」のテレビでは、再生環境は大きく異なる。しかし「興味を持ってもらう、購買意欲を増加させる」という目的においては映画もテレビも同じである。その中で観客や視聴者が「うるさく感じる」のであれば、制作者の意図が的確に伝わっているとは言えない。それぞれの適正音量で再生することで正しく情報が伝わり、再生装置にも過大な負荷をかけないことになる。

映画館での音量については映画本編に対する音量規制はないが、予告編とシネアドには、その音量を適正に保つ目的で予告篇等音量適正化委員会がラウドネス値の基準を策定している。テレビ放送については電波産業会（ARIB）の技術規準 TR-B32 をもとに NHK と日本民間放送連盟がラウドネスの基準を策定している。

1-2 等価騒音 (Equivalent continuous sound pressure Level)

ラウドネスとは「人が感じる音の大きさ」である。（第 1 章 1-2-11 聴覚の特性を参照）

環境騒音を測る尺度としては等価騒音レベル (Leq) がある。これは自動車からの騒音のように時間的に大きく変動する騒音レベルを評価するために考案された。

時間とともに騒音レベルが大きく変動する多数の測定値が得られたとき、それを時間変動のない一定の騒音レベル（定常音）で代表させ、測定時間内での騒音のエネルギーが両者で等しく（等価）なるようにした場合の定常音の騒音レベルが等価騒音レベルである。これは測定時間内における騒音エネルギーによる総曝露量を時間平均した物理量であるため、異なる音源からの騒音の合成などの計算に便利で、変動騒音に対する人間の生理・心理的反応とも比較的良好に対応することから、環境騒音を評価するための評価量として多くの国で採用されている。

映画の予告編やテレビ放送のラウドネス測定は、この等価騒音という考え方を利用している。

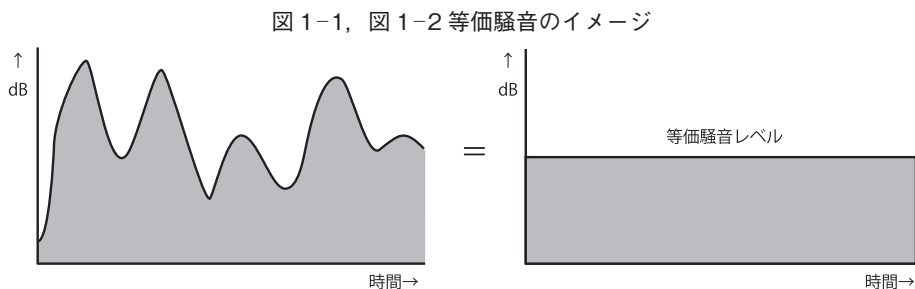


図 1-1

図 1-2

図 1-1 が変動する実際の音声レベル。図 1-2 が図 1-1 の等価騒音レベル。黒い線で囲まれたグレーの部分の面積が図 1-1 と図 1-2 で同じになる。(この図はイメージ図で面積は同じではない)

2 ラウドネス測定の実際

2-1 ラウドネス測定の方法

ラウドネスの測定にはラウドネスメーターやラウドネス測定ソフトを使う。

ラウドネスメーターはミキシング卓などの音声信号を受けたり、完成ビデオ原版からの音声信号を受けてラウドネス測定を行う独立型の測定器である。



写真 1-1 独立型のメーター

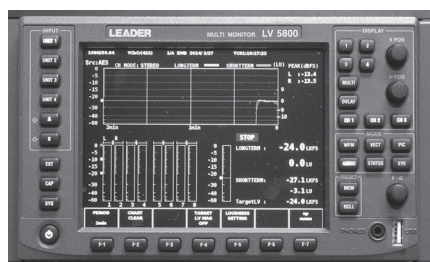


写真 1-2 ビデオのマルチ型測定器

ラウドネス測定を行うソフトウェアもある。WAV などのデジタル音声ファイルを解析してラウドネス測定を行うものなどがあり、DAW のプラグインソフトとして使われる場合も多い。

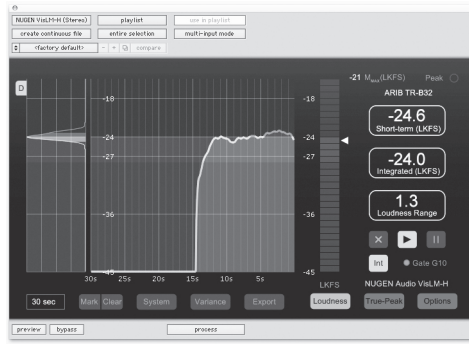


写真 1-3 ラウドネス測定ソフトの画面

2-2 映画館用予告篇・シネアドの「ラウドネス」: Leq(m)

アメリカでは1998年からTASA (Trailer Audio Standards Association) を設けて音量規制を行い、カナダ、オーストラリアやヨーロッパなどでも実施されている。日本においては予告篇等音量適正化委員会の指針により2004年7月より運用されている。



写真 1-4 Dolby 737

■単位 Leq(m) : Leq(m)とは、映画の音の大きさを評価するための尺度となる単位。等価騒音レベル Leq と同じ測定方法だが、使用している周波数特性補正カーブが違い、ITU-R BS. 468 特性カーブを 5.6dB オフセットされたものである。単位はデシベル、単位記号は dB となっており、Leq(m)でもデシベル (dB) が使用される。(図 1-5、表 1-3 の特性 M)

■適用範囲：このラウドネスによる音量感管理は映画館で上映される予告編、シネアドに適用される。

■測定と調整

外付け型のハードウェアメーターにはデジタル入力とアナログ入力のタイプがある。外付け型のメーターとしては Dolby 社の 737 (写真 1-4) が使われている場合が多いので、737 を例に調整方法を示す。(図 1-3)

メーターをモニターセクションに接続する。接続はモニターボリュームに影響されないようにモニターポッドの前にするのが良いが、ダビングステージなどでモニターレベルを 85dB SPL に固定できればモニターポッドの後でも問題ない。またルーム EQ などの補正機器の前に接続する。737 の Cal ボタンを押し 1kHz 0VU の信号を L ch にの

み入力。このときに 737 の表示窓が「85」を表示し+-の赤色 LED が両方点灯するように Input Level を調整する。同様に C ch、R ch の調整を行う。Ls ch、Rs ch は 1kHz 0VU の信号を入力し「82」と表示され+-の赤色 LED が両方点灯するように Input Level を調整する。LFE ch は 100Hz 0VU の信号を入力して、「85」を表示し+-の赤色 LED が両方点灯するように Input Level を調整する。調整の際には、単独のチャンネルのみに調整信号を入力するよう注意する。表 1-1 にチャンネル毎の数値と調整用信号を示す。

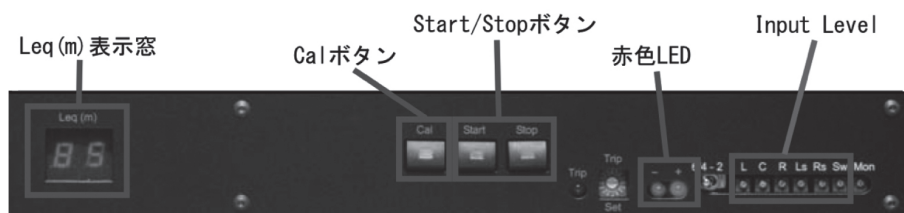


図 1-3 Dolby 737 パネル

| チャンネル | L | C | R | Ls | Rs | LFE |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| レベル | 85 | 85 | 85 | 82 | 82 | 85 |
| 調整信号 | 1kHz/0VU | 1kHz/0VU | 1kHz/0VU | 1kHz/0VU | 1kHz/0VU | 100Hz/0VU |

表 1-1

Dolby SR エンコードされた LtRt 信号の場合は、デコードされた信号を計測する。Dolby SR はデコードアウトが 3dB 上げて出力されるので、L、R それぞれが 88Leq(m) になるようにメーターのキャリブレーションを行う。

表示窓が 88 の時には赤色 LED が点灯しないので、キャリブレーション時のみメーターへの入力を正確に 3dB 絞っておき、85 を表示するように調整した後に 3dB 戻す。

またキャリブレーションモードを持たないメーターなどのレベルの確認は 2kHz/0VU で行うと数値が 85Leq(m) となるのでわかりやすい。1kHz で確認を行うと 5.6dB 下がるので 79.4Leq(m) になる。キャリブレーション出来ないものはメーターに入力する前にトリムを行うなどして、正しい数値になるように外部で調整を行う必要がある。

プラグインソフトなど、PC 用ソフトウェアによるデジタル音声ファイル計測では基本的にキャリブレーションモードを持たない。ただし、サラウンドチャンネルの音響出力がフロントチャンネルよりも 3dB 下がっていることを確認しておく。

ラウドネス値を測定する場合、等価騒音という考え方に基づく計測なので計測区間の設定が必要になる。プログラムのスタートポイント、エンドポイントで正しく計測の開始、終了をする必要があり、正しく開始、終了が出来ないと計測数値に影響が出る。

2-3 テレビ放送の「ラウドネス」: LKFS

■民放連技術規準 T032

この技術規準は2011年5月に制定され、2012年10月1日より運用されている。これは電波産業会（ARIB）の技術規準 TR-B32 から作られ、またその元になっているのは ITU-R BS. 1770-2 である。したがってこの基準は日本独自のものではなく、ほぼ世界共通の技術基準となっている。このテレビ放送用の技術規準は民放連加盟の地上デジタル放送局、BS 放送局に適応されており、2014年10月からはCS 放送局にも適応される。なお、NHK では2013年4月より ARIB TR-B32 による運用が始まっている。

また T032 には「受け入れ側の納品検査において、番組の平均ラウドネス値が、運用上の許容範囲の上限を超えている場合は、納品者側の責任において改稿が必要となる」と明記されているので、放送局に納品する場合は規準に適合した番組作りが必要となる。

■適用範囲

このラウドネスによる音量感管理は、生放送、ドラマ、映画、音楽番組、報道、CM などすべてのテレビ放送番組に適応される。

■単位 LKFS

この LKFS という単位は放送のラウドネスのために作られた新しい単位である。Loudness の L、K Filter の K、Full Scale の FS の略で、詳細な測定アルゴリズムは異なるが、プログラム全体を計って平均値を数値で出すということにおいては Leq (m) もテレビ放送のラウドネス (LKFS) も同じである。

この単位の最大値は 0 LKFS である。番組制作時に目標とする平均ラウドネス値をターゲットラウドネス値と呼び、その値は ARIB TR-B32 に準拠する。ターゲットラウドネス値は全ての音声モード (MONO、2ch STEREO、5.1ch までの Surround。LEF は測定対象外) において -24.0 LKFS で、下限値は -28.0 LKFS となっている。

■測定アルゴリズム

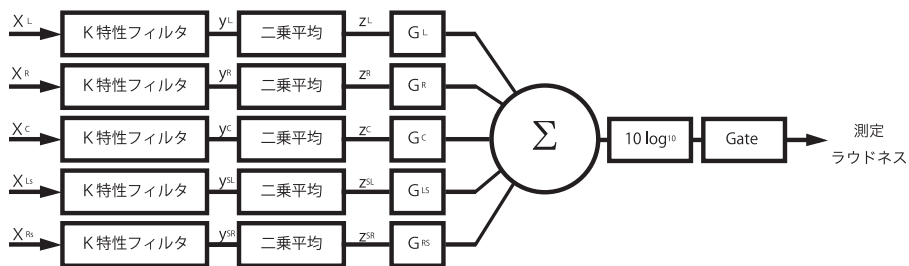


図 1-4 測定アルゴリズムのブロックダイアグラム

1) K 特性フィルタ

Leq(m) 同様入力段にフィルタがあるが、カーブは異なる。このフィルタは Pre filter と RLB filter の 2つのフィルタで構成されている。一段目のフィルタは頭部形状を硬質球体に置き換えて音響効果をシミュレートしたもので、二段目のフィルタは従来の騒音計に使われていた B 特性を修正した RLB filter (Revised Low frequency B

weighting) である。この二つを合わせた物を K Filter と呼んでいる。(図 1-5、表 1-3 の特性 K)

2) 二乗平均

信号のパワーを求めるために、各チャンネルについて K 特性フィルタによって処理した信号を二乗平均する。

3) チャンネルの重み付け

人が聴取する音は到来方向によって耳殻、頭部、肩などの影響が異なり、その結果、聴取する音量も変化する。サラウンドでは後方チャンネルのラウドネスが若干大きく感じられることが知られており、重み係数で補正し (表 1-2) その後チャンネルサミングされる。

| チャンネル | 重み計数 G_i |
|------------------------------|---------------|
| L (G_L) | 1.0 (0dB) |
| R (G_R) | 1.0 (0dB) |
| C (G_C) | 1.0 (0dB) |
| L _S (G_{L_s}) | 1.41 (+1.5dB) |
| R _S (G_{R_s}) | 1.41 (+1.5dB) |

表 1-2 チャンネル重み付け係数

4) ラウドネス値計算・dB 化

合算された後デシベルスケールに変換してラウドネス値を算出する。

放送で一番多い 2ch STEREO の場合 -20dBFS の純音を計測すると -20.0 LKFS になる。

LKFS 単位での 1dB のレベル増減と 1LKFS のラウドネス値増減は同等になる。

5) ゲーティング

人が感じる音の大きさに近いラウドネス値の計算が可能となるように 4 つの要素のゲーティング関数を用いてラウドネス値を計算する。

1. ゲーティングブロック
2. オーバーラップ
3. 絶対ゲーティング (アブソリュートゲーティング: absolute gating)
4. 相対ゲーティング (リラティブゲーティング: relative gating)

ゲーティングは $Leq(m)$ にはない考え方である。ゲーティングブロックは測定区間を 400ms 毎のブロックに分割する。またこのゲーティングブロックは 100ms 毎に作られる。このことをオーバーラップと言い、100/400 なので 75% オーバーラップとか 100ms スライドと言い、測定誤差を減少させるために有効である。測定終了時の 400ms に満たないゲーティングブロックは計算の対象外となる。

-70LKFS 以下のゲーティングブロックは計算対象外にする。このことを絶対ゲーテ

イングやアブソリュートゲーティングと呼ぶ。エフェクターの“ノイズゲート”に近いイメージである。

-70LKFS 以下のゲーティングブロックを破棄して平均ラウドネス値を求め、ここで算出された平均ラウドネス値から 10dB 以下のゲーティングブロックも破棄する。このことを相対ゲーティングやリラティブゲーティングと呼ぶ。

ここで再計算されたラウドネス値が最終的な平均ラウドネス値となる。測定区間内に含まれる比較的音量の小さい部分を除去すると、人が感じる音の大きさと測定したラウドネス値との直線性が改善するために相対ゲートが設定された。絶対ゲートがあるので Leq(m) 測定時のようにプログラムの開始、終了ポイントで正確にメーターのスタートストップを行う必要はないが、測定区間が 5 秒程度の場合にはスタートストップの正確さの影響を受ける。5 秒のプログラムというのは番組宣伝などである。

基準の概要は以上であるが、T032 には他にも「真のピーク」と言われるアナログ信号のピーク値、True peak (dBTP) についての基準などもある。詳細は民放連技術規準 T032 や ARIB TR-B32 を参照されたい。

2-4 ラウドネス値を意識した音声制作

テレビ番組の音声制作では-24LKFS にコントロールされたミキシングをする必要がある。民放連が作成した標準音源を聴いて音量感を覚えたり、モニタースピーカーの音量を再検討する必要もある。番組内容や音源によって方法論もいろいろである。また K

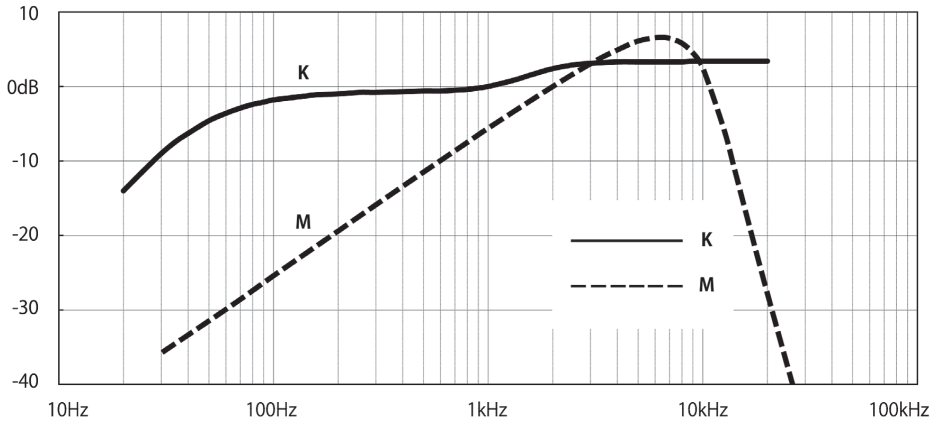


図 1-5 フィルターの比較

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| Frequency | 31Hz | 63Hz | 100Hz | 200Hz | 400Hz | 800Hz | 1000Hz | 2000Hz | 3150Hz | 4000Hz | 5000Hz |
| K | -8.5dB | -3.4dB | -1.8dB | -1.0dB | -0.7dB | -0.4dB | 0.0dB | 2.4dB | 3.2dB | 3.3dB | 3.3dB |
| M | -35.5 dB | -29.5dB | -25.4dB | -19.4dB | -13.4dB | -7.5dB | -5.6dB | 0.0dB | 3.4dB | 4.9dB | 6.1dB |
| Frequency | 6300Hz | 7100Hz | 8000Hz | 9000Hz | 10000Hz | 12500Hz | 14000Hz | 16000Hz | 20000Hz | 31500Hz | |
| K | 3.3dB | 3.3dB | 3.3dB | 3.4dB | 3.4dB | 3.4dB | 3.4dB | 3.4dB | 3.4dB | | |
| M | 6.6dB | 6.4dB | 5.8dB | 4.5dB | 2.5dB | -5.6dB | -10.9dB | -17.3dB | -27.8dB | -48.3dB | |

表 1-3 フィルターの特性表

〈巻末資料〉

filter を意識したミキシングも必要となる。

テレビでの視聴環境は家庭での生活騒音などがあり、映画など静かな環境で聞くことを前提として作られた作品をテレビで放送する場合などは、ダイナミックレンジを意識しこのラウドネス値に適合させる必要がある。

参考資料

一般社団法人日本映画テレビ技術協会 予告編等音量適正化委員会 Leq(m)測定方法

NAB 技術規準 テレビ放送における音声レベル運用規準 T032-2011

日本民間放送連盟 技術基準 T032「テレビ放送における音声レベル運用基準」

社団法人 電波産業会

デジタルテレビ放送番組におけるラウドネス運用規定 ARIB TR-B32