

オーディオ部会ラウドネス勉強会

オーディオ基準小委員会 丸谷正利

1 月 27 日のオーディオ部会でラウドネスに関する勉強会（講師筆者）を行ったのでその概要を報告します。2006 年に ITU-R がラウドネス勧告文書を発行後、世界的にラウドネスに関心が集まっています。日本でも民放連を中心にテレビ番組音声レベルに関する新搬入基準を策定中です。これは現在の VU メータやピークレベルメータを基準としたものではなく「ラウドネスレベル」を基準としたものになり、我々ポストプロダクション側としても何らかの対応が必要となります。今後もオーディオ基準小委員会ではラウドネスに関する調査・報告を勉強会や会報レポート等で行います。

1. なぜラウドネスなのか？

現在の音量管理は VU メータやピークレベルメータを使用して行っているが、現実には番組や CM により音量差が発生している。これは VU メータやピークレベルメータでは人の感じる音の大きさを管理できないことを物語っている。これに対し「人の感じる音の大きさ」であるラウドネスにより番組や CM の音量管理を行えば音量差を少なくすることが可能となる。

この動きは世界的なもので、ITU-R の勧告（BS.1770、BS.1771、BS.[LOUD]新勧告）を受けて米国、日本、欧州でも基準策定作業が進められている。米国 ATSC は一足早く 2009 年 11 月にデジタルテレビ番組のラウドネスレベルに関する実行推奨文書（RP）を発行している。日本でも民放連が新搬入基準作りを行っているところである。

2. 音圧とラウドネス

音圧とは音の「物理量」であるが、人の感じる音の大きさと一致するわけではない。音圧は「ある時間内の瞬時音圧の実効値」のことで単位に Pa（パスカル）を使用する。

音圧レベルは基準音圧（空気中は 20 $\mu$ Pa）と測定音圧の比を dB で表した値のことを言う。音圧レベルの慣例的な表記には dBC（C 特性音圧レベル：スタジオの音圧レベル測定はこの方法）、dBA（A 特性音圧レベル）、dBSPL（音圧レベル：フィルタなし）などがある。

ラウドネスは「人の感じる音の大きさ（感覚量）」のことで単位に sone（ソーン）を使用する。1 sone は 1kHz/40dB SPL の純音を聴いたときの大きさで、この時の「音の大きさのレベル」をラウドネスレベルと言う。ラウドネスレベルの単位は phon を使用し、1 sone のラウドネスレベルは 40 phon になる。

3. ラウドネス測定の要素

ラウドネスを測定するには「聴覚の周波数特性」と「聴覚のマスクング特性」を考慮する必要がある。

(1) 聴覚の周波数特性

聴覚には周波数特性があり、物理量が同じでも（例えば 80dB SPL）周波数が異なれば人の感じる音の大きさに違いを生じる。

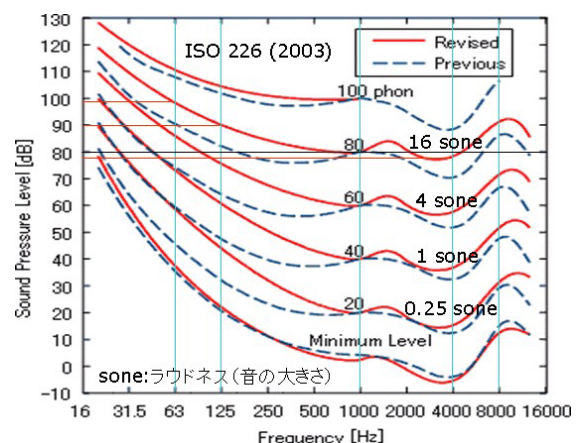


図-1 ISO 226 等ラウドネスレベル曲線

この周波数による音の大きさの感じ方の違いをグラフにしたのが ISO 226 等ラウドネス

レベル曲線（図-1）である。2003 年に改訂された ISO 226 はそれまでの曲線（ロビンソン-ダドソン）と低域特性が大きく異なる。

## (2) 聴覚のマスクング特性

聴覚のマスクング効果にはスペクトルマスクング（周波数軸マスクング：図-2）とテンポラルマスクング（時間軸マスクング：図-3）の 2 つがある。スペクトルマスクングは動的マスクングと静的マスクングに分けることができる。動的マスクングとは「大きなレベルの周波数の近傍にある小さなレベルの周波数は知覚できない現象」で、静的マスクングとは「人が知覚できない微小レベルで生じる現象」である。

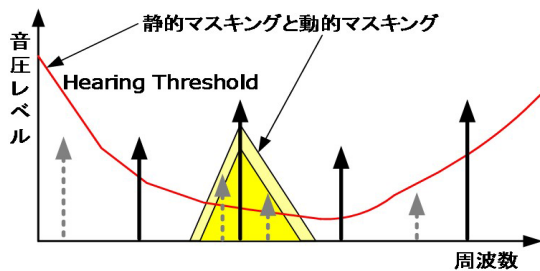


図-2 スペクトルマスクングの概念

テンポラルマスクングは「ある音が鳴り止んだ直後に小さな音を短く鳴らしても聴こえない現象」である。直後の音だけでなく直前の小さな音も聴こえないことが知られている。

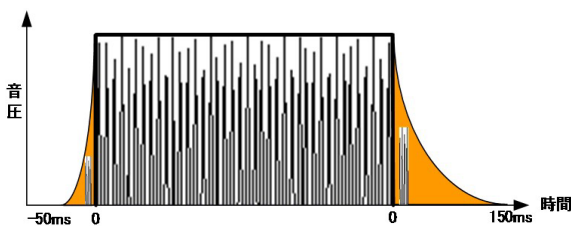


図-3 テンポラルマスクングの概念

## 4. デモ

図-4 はデモで使用した素材の波形（物理量）とスペクトログラムである。最初の山ではラウドネスメータよりも VU メータの方が大きく振れるが、次の山ではラウドネスメータの方が VU メータより大きく振れる。この

違いは周波数成分のレベル差による。ラウドネスメータが大きく振れた山では 3k~4kHz 成分のレベルが大きくなっている。この帯域は音量に敏感な（大きく感じる）ところである。CM 制作ではこの帯域のレベルを大きくすることで VU メータの振れ以上に音量感を得る手法を取ることがあるが、ラウドネス測定ではレベルオーバーになる可能性が大きくなる。

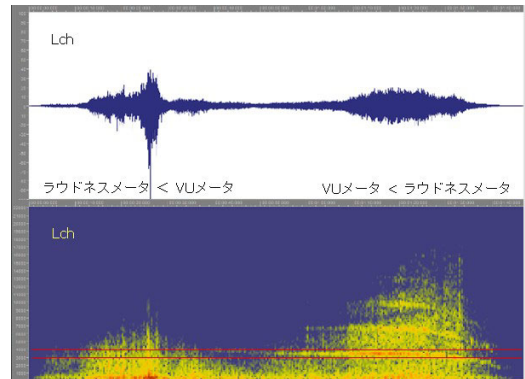


図-4 デモ音源波形分析

図-5、図-6 は -20dBFS の 63Hz と 4kHz 正弦波信号を BS.1770 対応のラウドネスメータと VU メータで比較したものである。枠線内の上がラウドネスメータで、下が VU メータである。

この例では -20dBFS = 0VU になるように調整して測定した。VU メータではどちらも -20dBFS を指示しているが、ラウドネスメータは 63Hz では低い値を、4kHz では高い値を指示していることがわかる。このように、ラウドネスレベルは周波数により異なる。

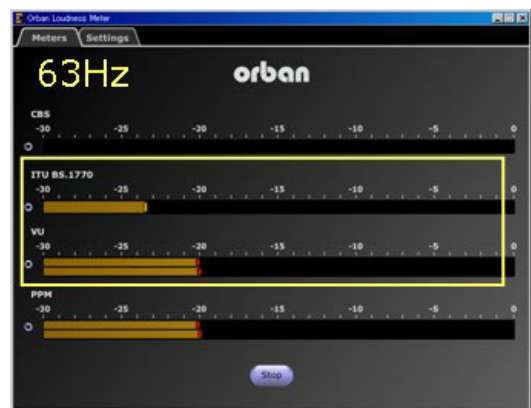


図-5 63Hz/-20dBFS 正弦波

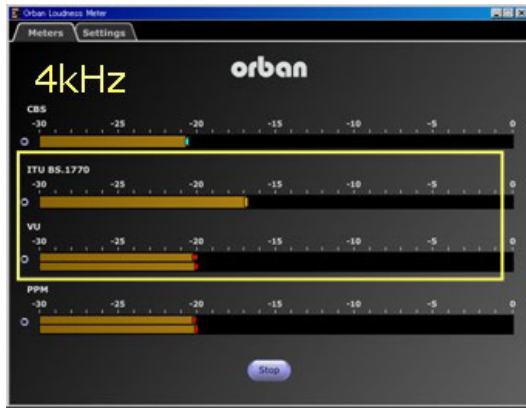


図-6 4kHz/-29dBFS 正弦波

### 5. ITU-R のラウドネス勧告

ITU では最初の勧告文書、BS.1770 と BS.1771 を 2006 年に発行している。その後 2007 年に BS.1770-1 (改訂版)、2009 年に BS.[LOUD] (新勧告、番号未定) を発行した。BS.1770 はラウドネス測定の基になる測定アルゴリズム (図-7) と true-peak level を規定しており、ラウドネスレベルの単位は LKFS を用いる。ラウドネス測定にはプリフィルタと RLB フィルタを合成した K 特性フィルタ (図-8) を使い、等価ラウドネスレベルは LeqK で表す。BS.1771 はラウドネスメータの規定で、単位に LU (Loudness Unit) を用いる。BS.[LOUD] はデジタルテレビ番組の国際番組交際で必要とされる基準ラウドネスレベルについて規定しているが、その基準レベルは -24LKFS となっている。

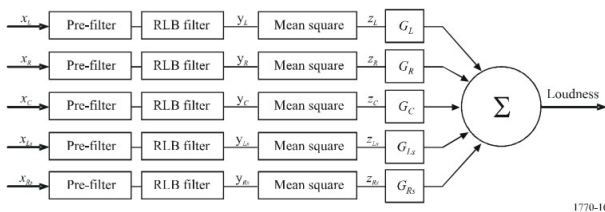


図-7 BS.1770 の測定アルゴリズム

ラウドネス測定には Long-term と Short-term の二つがある。Long-term は番組全体の平均ラウドネスレベル (これを等価ラウドネスレベルという) を求めるのに対し、Short-term は短時間の平均ラウドネスレベルを求め

る方法で、ラウドネスメータは Short-term の値で表示されている。

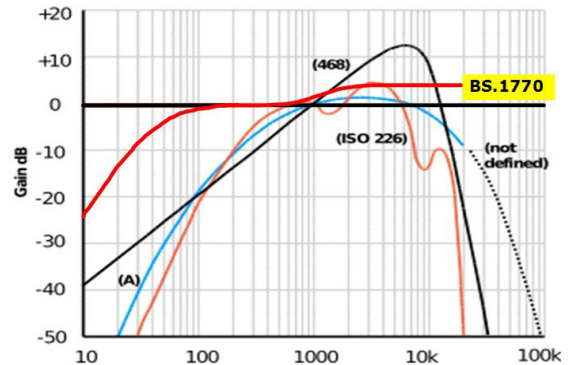


図-8 ISO 226 と各種フィルタ特性

### 6. ミキシングは変わる?

ラウドネスレベルで番組の音声レベル管理を行うとミキシングの方法を変える必要があるのか、また、新たな設備投資が必要になるのかが問題になる。設備投資という点では番組や CM の「等価ラウドネスレベル」を測定する「ツール」が必要になる。ミキシングではミキサーが現在持っているリファレンスラウドネスレベルを知る必要があるだろう。

ラウドネス測定は個々のチャンネルのレベルを測定するのではなく、番組全体のラウドネスレベルを測定する。したがって各チャンネルのレベル監視は、今と同じように VU メータやピークレベルメータで行って良い。また、機器に対するレベル監視という意味でもこれらのメータを使用する必要がある。ラウドネスメータのみではミキシングはできないし、ラウドネスメータがすぐ必要になるとは思わない。

一般的なラウドネス管理の手順は次のようになる。

- 1) 番組、CM のミキシング
- 2) ラウドネスレベルの測定 (例えば -24LKFS ±2dB 以内など) 全チャンネル合計値
- 3) レベルオーバ (あるいは低すぎる)
- 4) レベル修正
- 5) 再測定

- 6) 適正ラウドネスレベル
- 7) 納品可

7. ラウドネスレンジ

欧米ではテレビ番組に対する適正ラウドネスレンジの調査が行われている。これは視聴者がボリューム操作を行わず心地良く番組を視聴できる音声レベルの範囲はどの程度かを調査したものである。昨年 11 月に発行された米国 ATSC の RP に記載されている調査では、視聴する基準ラウドネスレベルを 0dB とした時、+2.4dB から -5.4dB の間が「快適な範囲」とされ、+5.6dB 以上になるとボリュームを下げる、-10.2dB 以下になるとボリュームを上げる操作を行うという結果になっている（図-9）。ITU-R では+3dB から -5dB が快適な範囲としている。我々もテレビ番組の適正ラウドネスレンジについて考える必要があるだろう。

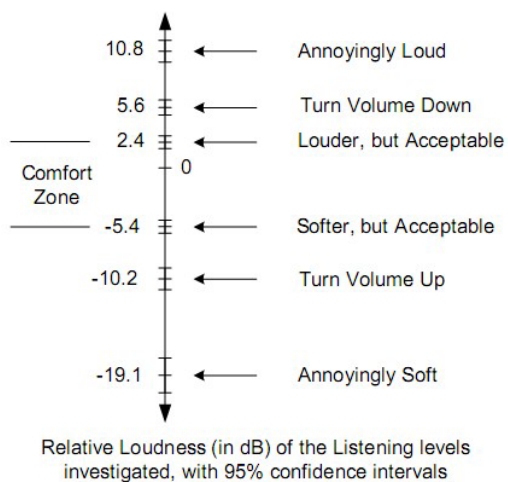


図-9 ATSC のラウドネスレンジ調査(95%CI)

8. デジタル放送の基準レベル差解消

現在のデジタル放送では民放と NHK で 2dB のレベル差（音量差）を生じている。民放と NHK が同じ基準ラウドネスレベルになれば、この音量差も解消可能となる。例えば、-24LKFS で制作した番組は民放でも NHK でも納品 OK であり、視聴者は同じ音の大きさを視聴することが可能となり、基準レベルの

違いは影響しない。

最後に

VU メータやピークレベルメータによる音量管理から、ラウドネスレベルによる音量管理に変わった時、ミキサーはどうすればよいのか。現在のミキシング手法でよいのか、何か変えなければならないのか。

まず、いま自分の行っているミキシングがどの程度のラウドネスレベルになるのか確認することをお勧めする。自分のリファレンス（モニターレベル）で制作した番組や CM のラウドネスレベルを測定し、その値が基準値より大きいのか小さいのかが判れば対策を考えることも可能となる。

勉強会の後、以下のような意見が出たので紹介する。

- (1) ITU-R の勧告ではターゲットラウドネスレベルを -24LKFS ± 2dB としているが、この規定では意図的に音声レベルの低い作品を作った場合 NG となる。CM にはこのような作品が時々ある（考慮の必要がある）。
- (2) 白み、黒みの入った番組のラウドネス測定はどうするのか。本編だけ測定することになるのか。（負担が大きくなるか）
- (3) ロール分けして納品する番組のラウドネスレベルはどうするのか。

会報にラウドネスに関するテクニカル情報を連載予定です。また、ラウドネスに関する質問・意見があれば下記までお願いします。

オーディオ基準小委員会 丸谷正利