

N A B 技 術 規 準
テレビ放送における音声レベル運用規準

T032-2011

1. 総 則

テレビ放送における音声は、視聴環境を考慮して制作すべきであり、視聴者に違和感や不快感を与えるものであってはならない。

本技術規準は、テレビ放送用の番組が視聴者にとって適正で統一された音量・音質で制作・放送されることを目的とし、ラウドネス（人が感じる音の大きさ）という概念を用いて規定する。その内容は、一般社団法人電波産業会（ARIB）が制定した技術資料ARIB TR-B32「デジタルテレビ放送番組におけるラウドネス運用規定」に準拠する。

なお、本技術規準の順守にはラウドネスメータの整備など運用に向けての準備が必要であるため、適用開始時期については別途定める。

2. 適用範囲

本規準は、テレビ放送において制作・搬入・送出・交換するすべての完成番組の音声信号に適用する。なお、番組とは一般番組やCMを指すものとする。

T032-2011

3. 音声レベルの要素

テレビ放送における音声レベルは、定常的なものではなく時間経過とともに絶えず変化しているが、以下に示す4つの要素により表現できる。(図1)

- 1.平均ラウドネス値 : L
- 2.トゥルーピーク値 : TP
- 3.ダイナミックレンジ : DR
- 4.ラウドネスレンジ : LRA

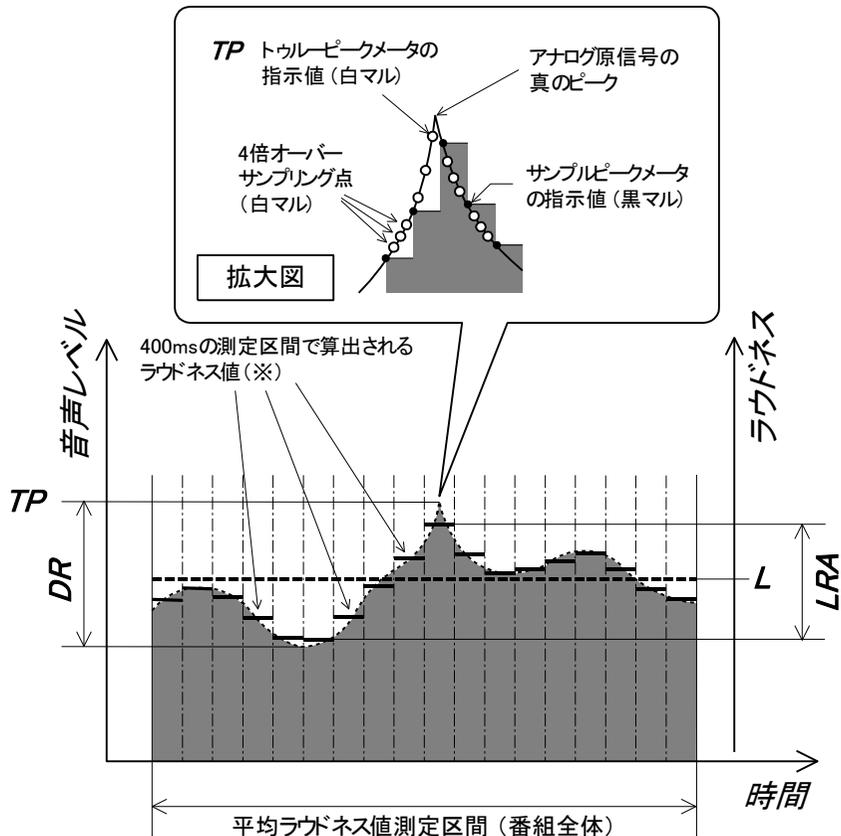


図1 音声レベルを表す4要素の概念図

※ ラウドネス値：デジタル録音レベルからラウドネス測定アルゴリズムに基づいて算出したラウドネスの計算値に対する一般名称

3.1 平均ラウドネス値 (L)

平均ラウドネス値とは、ある一定区間のラウドネス（人が感じる音の大きさ）を数値化したものである。その値はARIB TR-B32に準拠したラウドネスメータにより測定し、モノ・ステレオ・5.1サラウンドなどの音声モードに関わらず、1つの区間につき1つの値として算出される。

「番組の平均ラウドネス値」とは、番組の開始から終了までを区間として測定した値である。

単位はLKFS (Loudness, K-weighting, Full Scale) を使用する。なお、LKFS単位において、1dBのレベル増減は1LKFSのラウドネス値増減と同等である。

3.2 ツールピーク値 (TP)

通常のサンプルピークメータでは測定できないアナログ信号の真のピークを、ツールピークという。ARIB TR-B32による算出アルゴリズム（4倍オーバーサンプリングによる処理）に準拠したツールピークメータによって測定される指示値（ツールピークの近似値）をツールピーク値という。単位はdBTP (deci-Bells True Peak) を使用する。

3.3 ダイナミックレンジ (DR)

「番組のダイナミックレンジ」とは、番組内の音声信号の最小値と最大値の差を指す。

3.4 ラウドネスレンジ (LRA : Loudness Range)

ラウドネスレンジとは、時間経過とともに変化するラウドネス値の分布の幅を表すものである。本規準制定時点では、ITU-Rで審議中であり、国内的な取り扱いも確定していないため、次項の運用規準では採用しないこととした。

T032-2011

4. 音声レベルの運用規準

番組のラウドネスを主観的に確認するとともに、以下の3要素(平均ラウドネス値・ピークレベル・ダイナミックレンジ)による規定を満たすこと。

4.1 ラウドネスの主観的な確認

番組音声の制作においては、ターゲットラウドネス値(-24.0 LKFS)で制作した「T032 リファレンス音源」と番組音声双方のラウドネスに大きな隔たりが生じないように注意して作業にあたること。

4.2 音声レベルの3要素による規定

4.2.1 平均ラウドネス値

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ぶ。その値はARIB TR-B32に準拠し、すべての音声モードにおいて-24.0 LKFSとする。

運用上の許容範囲として±1dBを設けるが、あくまでもターゲットラウドネス値を目標として制作すべきであり、この許容範囲を見込んだ番組制作を行ってはならない。

なお、各音声モードにおける平均ラウドネス値の測定方法については解説2(1)③を参照のこと。

番組素材の納品者は、ARIB TR-B32で規定されているラウドネス測定アルゴリズムに準拠したラウドネスメータを用いて番組の平均ラウドネス値を測定し、測定値を小数点以下1位まで納品テープなど交換媒体の添付書類に記入すること。ラウドネスメータによる測定が困難な場合は、「T032 適合判定ソフト」による判定結果を記入すること。

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。

ただし、以下2件に限り例外を認める。

① 「創造的な制作要求」が最優先される番組の場合

ターゲットラウドネス値を下回る値を目標として制作することができる。しかし、実際の放送において番組間の平均ラウドネス値の差が大きいと視聴者に不快感を与えかねないので、民放連としては-28.0 LKFS以上で制作することを推奨する。

納品する番組の平均ラウドネス値が-28.0 LKFSを下回るか、「T032 適合判定ソフト」の判定結果が「Low」の場合は、その理由を明記すること。

② 国内放送における5.1サラウンド番組の場合

国内放送における5.1サラウンド番組に対しては、ARIB STD-B21「デジタル放送用受信装置標準規格」により受像機側のダウンミックスステレオのレベルが下がる事を考慮し、暫定措置として「ターゲットラウドネス値+2dB」を最大許容値とする。

サラウンド再生環境とステレオ再生環境双方において、5.1サラウンド番組と他の音声モードの番組との境界で生じるレベルジャンプを最小限に抑えられるよう、最大許容値を十分に考慮した5.1サラウンド番組の制作を推奨する。(解説2(1)③参照)

注： 5.1サラウンド番組の国際番組交換を行う場合は、Rec. ITU-R BS. 1864「デジタルテレビ番組の国際交換におけるラウドネス運用規定」に準拠し、-24.0 LKFSをターゲットとして制作すること。

4.2.2 ピークレベル

ピークレベルをトゥルーピーク値で規定する。各音声チャンネルにおいて-1dBTPを上限とする。

トゥルーピークメータによる測定が出来ない場合は、サンプルピークメータの指示値で-3dBFSを上限とする。(解説2(2)参照)

これらの上限を超えた場合、受像機側で放送音声が歪む恐れがあるので注意を要する。

4.2.3 ダイナミックレンジ

平均ラウドネス値が本規準の4.2.1項の内容を満たしていても、番組のダイナミックレンジが広すぎる場合は、視聴者に不快感を与えかねない。このため、VU計を併用するなどして、適切な範囲に収まるよう調整すること。(解説2(3)参照)

T032-2011

解 説

1. 制定の主旨

本規準は、平成23年7月の地上テレビ放送・BSテレビ放送の完全デジタル化を契機に、視聴音量の統一感の向上を目指して制定するものである。テレビ放送用に制作される一般番組やCMは、“受益者は視聴者である”との認識のもと、適正な音量・音質で視聴者に優しいものとすべきであり、違和感や不快感を与えるものであってはならない。

アナログテレビ放送時代には、送信系に過変調を防止する音声レベル制限器が必須であったため、結果として番組間の音量のバラツキが緩和されていた。一方、デジタルテレビ放送では、ダイナミックレンジの広い高品質な伝送が可能である反面、番組間の音量のバラツキが顕在化しやすい。

この課題に関係業界全体として取り組むため、民放連「技術委員会」では、ARIB TR-B32「デジタルテレビ放送番組におけるラウドネス運用規定」に準拠する形で、NAB技術規準T032「テレビ放送における音声レベル運用規準」を制定した。これにあわせ、「T032 リファレンス音源」「T032 適合判定ソフト」を制作・提供するなど、ラウドネス運用に向けての環境整備にも努めており、「T032 運用ガイドライン」の整備も今後予定している。

テレビ放送における視聴音量のバラツキ改善に向けた取り組みは、既に国際的な動向となっている。ITU-R（国際電気通信連合・無線通信部門）では、ラウドネスで音声レベルを規定する国際勧告を策定している。また、ATSC（米国次世代テレビシステム委員会）やEBU（欧州放送連合）でも、関係規定を整備している。

日本国内においても、Rec. ITU-R BS. 1770-2「番組音声のラウドネスおよびトゥルーピーク値の測定アルゴリズム」、Rec. ITU-R BS.1864「デジタルテレビ番組の国際交換におけるラウドネス運用規定」等の国際勧告に準拠する形で、一般社団法人電波産業会が、ARIB TR-B32「デジタルテレビ放送番組におけるラウドネス運用規定」を整備した。

2. 主たる点の説明

(1) 平均ラウドネス値の測定方法

① 測定の信号系統

平均ラウドネス値の測定は、ARIB TR-B32に準拠したラウドネスメータを使用し、次段へ信号を受け渡す最終段に挿入して測定する。システムを構成する装置にリミッタなどの音量調整器が存在する場合は平均ラウドネス値が変化するので、それら全ての処理後にラウドネスメータを配置し測定しなければならない。(図2)

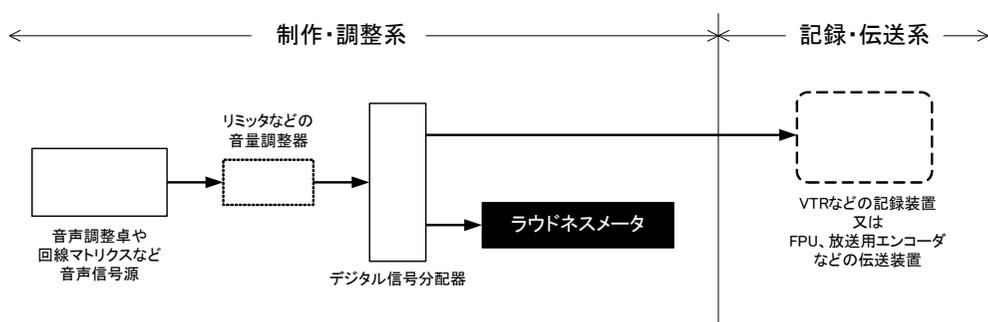


図2 平均ラウドネス値測定システムの概要

② 測定区間

測定区間は、番組本編の総尺（図3の斜線区間）とし、調整用信号（収録媒体の最初に記録される1kHz正弦波）など番組本編以外の部分を含めないこと。但し、納品形態が複数の記録媒体に及ぶ長尺番組で、総尺での測定が困難な場合は、記録媒体ごとに測定を行ってもよい。この場合、媒体ごとに測定結果を明記すること。

ARIB TR-B32準拠のラウドネスメータを用いた測定においては、 -70 LKFS以下の区間は測定対象から自動的に除外されるため、複数ロールに分かれる番組において、ロール間（中間リーダ）が無音（ -70 LKFS以下）であれば総尺を一括して測定できる。無音でない場合は測定される平均ラウドネス値に誤差を生じるので、中間リーダ区間を測定対象から除くなどの処置が必要になる。

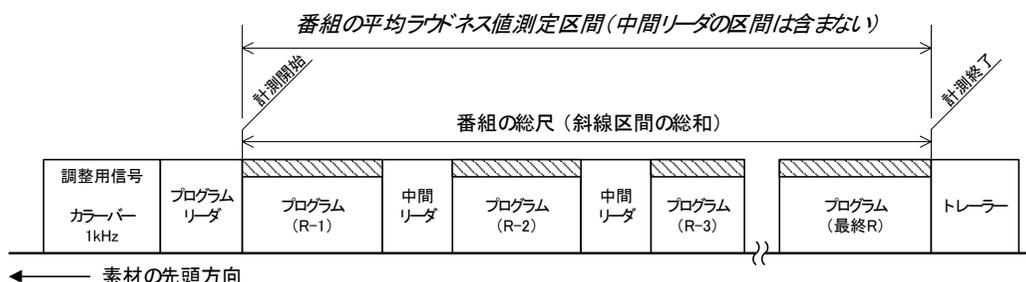


図3 番組の総尺と平均ラウドネス値測定区間

T032-2011

③ 各音声モードにおける測定方法と注意点

ステレオ以外の音声モードの番組を測定する場合は、下記のような注意を要する。なお、デュアルモノ、デュアルステレオ、5.1+S など2音声以上を伴う番組の場合は、それぞれの音声について個別に測定を行い、測定結果も個別に明記すること。

- モノの場合：

ラウドネスメータの1/2ch(L/R)に同じ内容・レベル・位相の信号を入力し、2チャンネルの音声として扱うこと。(図4)

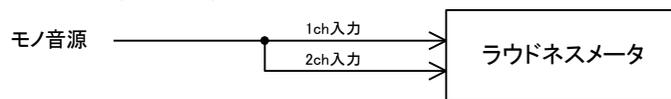


図4 モノの測定 (概念図)

- デュアルモノの場合：

主音声、副音声それぞれをモノの場合と同様に測定し、それぞれの測定結果を明記すること。(図5)

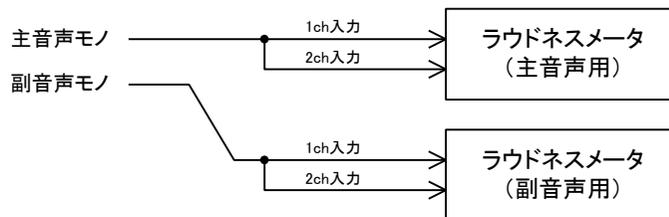


図5 デュアルモノの測定 (概念図)

- デュアルステレオの場合：

主音声、副音声それぞれを個別に測定し、測定結果も個別に明記すること。

- 5.1サラウンドの場合：

ARIB TR-B32に準拠し、LFEチャンネルを除く全てのチャンネルを測定すること。

④ 国内放送における5.1サラウンド番組の取り扱いについて

<測定方法>

5.1サラウンド番組はサラウンド環境で制作し、あくまでもサラウンド再生環境の視聴者をメインターゲットとすべきである。しかし、ダウンミックスステレオの視聴が広く行われている現実を考慮すると、5.1サラウンドとダウンミックスステレオの両方を測定し、管理する方法も考えられるが、実運用上、これは困難であると判断した。

そもそもダウンミックスステレオは加算結果であり、これのみを測定しても、5.1サラウンドの各チャンネルは管理できない。仮に特定のチャンネルが過大であったとしても、ダウンミックスステレオからそれを認識することはできない。特にサラウンドチャンネル(Ls/Rs)について問題が生じる。^(注)

よって民放連では、5.1サラウンド番組はダウンミックスステレオを測定するのではなく、ARIB TR-B32に準拠し、LFEチャンネルを除く全てのチャンネルを測定することとした。なお、ダウンミックスステレオでの測定・ラウドネス管理は、国際勧告にも国内規定にも採用された例はない。

(注) サラウンドチャンネルについての問題点

- (a) ダウンミックスステレオに変換した5.1サラウンド番組の平均ラウドネス値を測定すると、サラウンドチャンネルはダウンミックス係数 k ($1/\sqrt{2}$ 以下の値：ARIB STD-B21参照)により元の信号レベルよりも小さくなるため、サラウンドチャンネルのラウドネスが小さく評価される。
- (b) 5.1サラウンドのまま平均ラウドネス値を測定する場合、サラウンドチャンネルは重み係数1.41がかかるため約1.5dB大きく評価される。しかしダウンミックスステレオに変換して平均ラウドネス値を測定すると、L/Rの重み係数1が適用されるため、サラウンドチャンネルのラウドネスは大きくならず、そのまま評価される。

(重み係数：ARIB TR-B32参照, $G_L=G_R=G_C=1$ (0dB), $G_{Ls}=G_{Rs}=1.41$ (約+1.5dB))

上記(a)・(b)の理由から、5.1サラウンド番組をダウンミックスステレオに変換して平均ラウドネス値を測定すると、サラウンドチャンネルが過小評価される。このため、サラウンドチャンネルを過大なレベルで制作することが可能となってしまう。

<例外として最大許容値を設ける理由>

5.1サラウンド番組を現行のステレオ受像機で視聴した場合、ARIB STD-B21により全体係数 $a(1/\sqrt{2})$ がダウンミックスステレオ全体にかかる。これは、全般的・平均的に音量が3dB下がることを意味しており、ステレオ再生環境において、5.1サラウンド番組が他の音声モードの番組よりも小さく再生され、番組間でレベルジャンプを生じる。ステレオ再生環境のみを重視して5.1サラウンド番組を3dB上げて制作すると、サラウンド再生環境において5.1サラウンド番組は他の音声モードの番組よりも大きく再生され、やはりレベルジャンプを生じる。双方の再生環境において概ね均等にレベルジャンプを緩和するには、5.1サラウンド番組を1.5dB程度上げて制作することが考えられるが、本規準で規定した許容範囲の上限(+1dB)を超えてしまうことになる。

こうした状況を総合的に勘案し、民放連では、国内の5.1サラウンド番組を例外として扱い、この問題が解消されるまでの暫定措置として「ターゲットラウドネス値+2dB」を最大許容値とした。

T032-2011

(2) サンプルピークメータによるピークレベルの測定について

通常のピークメータ（サンプルピークメータ）は、その動作原理上、入力された信号の真のピーク値を正確に表示しているわけではない。被測定信号がサンプリング周波数と整数分の1倍の関係にある場合に、その誤差は大きくなる。（図6）

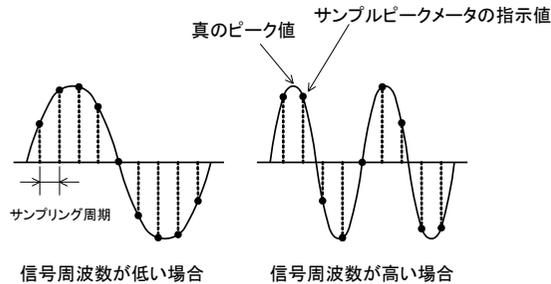


図6 サンプルピークメータの指示値と信号の真のピーク値

連続した正弦波の場合、入力信号の周波数とサンプリング周波数の関係から導かれる最大誤差は以下の計算式で求められる。表1に、サンプリング周波数48kHzにおける被測定周波数と最大誤差の関係を示す。

最大誤差[dB] = $20\log\{\cos((fn/fs) \cdot \pi)\}$ … サンプル周波数と偶数倍関係にある場合

最大誤差[dB] = $20\log\{\cos((fn/fs) \cdot \pi/2)\}$ … サンプル周波数と奇数倍関係にある場合

fn : 被測定周波数, fs : サンプル周波数

表1 被測定周波数とサンプルピークメータの指示値の最大誤差 ($fs=48\text{kHz}$)

被測定周波数	fs との倍数	最大誤差
16kHz	1/3	1.2494dB
12kHz	1/4	3.0103dB
9.6kHz	1/5	0.4359dB
8kHz	1/6	1.2494dB
6.857kHz	1/7	0.2205dB

表1より、被測定信号の周波数が高くなると誤差が大きくなる傾向にあるが、サンプリング周波数の1/4倍である12kHzでの誤差（約3dB）が最大値となる。よって、通常のサンプルピークメータでは、その指示値が-3dBFS以下になるように制作すれば受像機でのオーバーロードによる歪みを防ぐことが可能となる。

T032-2011

(3) テレビ受像機の設置環境と番組音声のダイナミックレンジについて

テレビという媒体は、生活音など騒音源の多い環境で視聴されることがほとんどであるため、環境騒音よりも小さい音声レベルで制作された部分は視聴者には聴こえない。テレビ放送用の音声は、このような家庭での視聴環境を十分考慮して制作にあたる必要がある。

ホール、劇場などの比較的静かな環境での再生を考慮して制作された作品は、そのまま使用するのではなく、テレビ放送用として最適化することが望ましい。(図7)

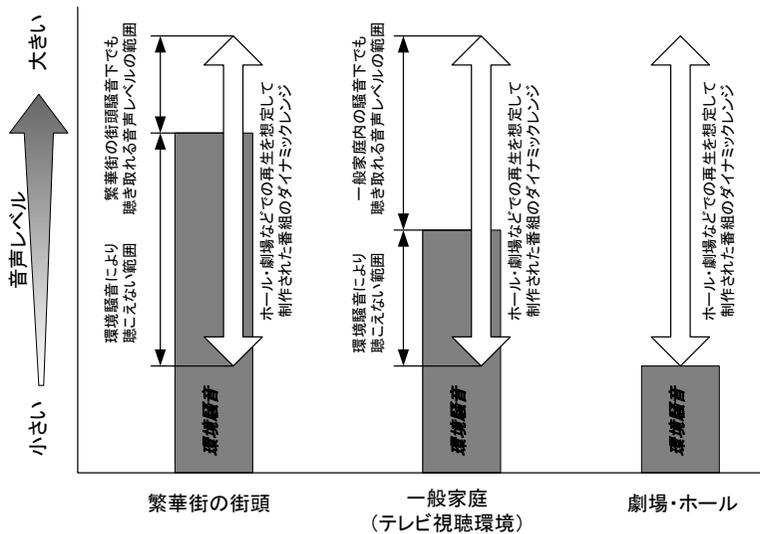


図7 環境騒音と可聴範囲の関係

テレビ放送用の番組を制作する場合、VU計を活用し、全体で適切なダイナミックレンジに収まるよう調整すること。図8にダイアログを中心に構成される番組での推奨範囲を示す。

ニュース読みなどの通常レベルのアナウンスコメントについては0VUを上限とする範囲に調整すること。

実際の番組においては、文節間に存在する“間”(≒無音に近い状態)などにより振れの下限は推奨範囲を下回ることもある。また、番組音声にはダイアログ以外の要素も含まれる。平均ラウドネス値が本規準を満たしていても、+3VUを上回るような大音量は視聴者に不快感を与えることがあるので注意を要する。

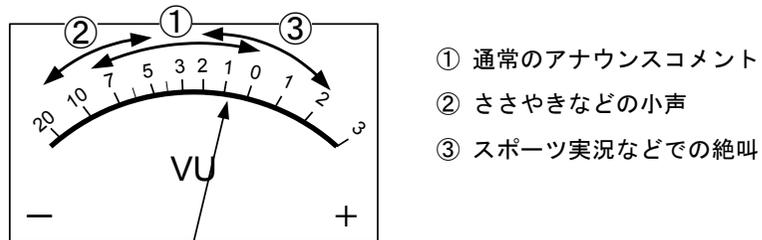


図8 ダイアログを中心に構成される番組での推奨範囲

T032-2011

(4) 番組間のレベルジャンプについて

異なる平均ラウドネス値の番組が連続して放送される場合、その差が大きい時に、視聴者はラウドネスの不連続（レベルジャンプ）を認識する。この様なレベルジャンプの発生を防ぐため、民放連では、「ターゲットラウドネス値は-24.0 LKFSとし、運用上の許容範囲として±1dBを設ける。創造的な制作要求が最優先される場合でも-28.0 LKFS以上で制作することを推奨する。」と定めた。

(5) 放送局間のレベルジャンプについて

視聴者にとってラウドネスの揃った放送を実現するためには、放送局間のレベル差についても十分配慮する必要がある。

番組素材が本規準に沿って制作され、番組間の平均ラウドネス値が揃ったとしても、送出段にコンプレッサなど音声レベルを自動的に調整する機器が存在する場合、放送局間にレベルジャンプが発生する可能性がある。これらの機器は送出段に実装しないことが望ましいが、放送局の方針により使用する場合、その機器の後段に配置される放送用音声エンコーダ入力端での平均ラウドネス値が本規準を満たすこと。

(6) 「T032 リファレンス音源」について

ラウドネスメータを用いた運用は、従来のVU計やピークメータのみを用いた運用よりも人の主観に近い結果を得られるが、音の大小の意味、内容までは判断できないため、人による主観的な確認作業を怠ってはならない。

今回、本規準と同時に提供される「T032 リファレンス音源」は、この主観的な確認作業のために作成されたものであり、ダイアログを中心に構成した。個々の作業環境において適宜再生し、再生音量ならびにターゲットラウドネス値の音の大きさを確認することを推奨する。

リファレンス音源は、以下の2つの形態にて提供される。

- ① wavファイル形式（PC等で直接扱える）
- ② DVD-Video形式（一般のDVDプレーヤーで再生可能）

①は民放連のサイトなどから入手可能となる。②は民放連会員社に無償配布する。これにはリファレンス音源のVU計の振れや、平均ラウドネス値を測定するラウドネスメータを撮影した映像も含まれる。いずれの形式も複製可能な状態としているが、その著作権は民放連が所有する。

(7) 「T032 適合判定ソフト」について

「平均ラウドネス値」は、本来所定のラウドネスメータによって数値測定すべきであるが、補助手段として「日本ラウドネスメータ協議会」の協力により、番組の平均ラウドネス値が本規準で定める範囲内に収まっているか否かを判定するためのソフトウェアを制作した。同ソフトウェアは、同協議会のサイトなどから入手可能となる。

T032-2011

3. 用語・略語 解説

dBTP	ARIB TR-B32で規定されているオーバーサンプリングによるピークレベル測定アルゴリズムを使用したトゥルーピークメータのレベルを表す単位。 トゥルーピークの測定はサンプリング周波数が高い（オーバーサンプリングの倍数が大きい）ほど精度が良くなるが、膨大な計算処理が必要になるため、実用上、4倍オーバーサンプリングが採用されている。
K特性	ARIB TR-B32で規定されている聴感補正フィルタ。K特性を使用することにより人の聴感特性に近い測定が可能となる。
LKFS	K特性による聴感補正を行って計算したラウドネス値の単位。 LKFS単位において、1dBのレベル増減は1 LKFSのラウドネス値増減と同等である。
VUメータ	交流電圧計の一種で、Volume Unit meterのこと。 1939年に米国で開発され、人が感じる音の大きさに近いメータ指示が得られるよう、指示値が99%に達する時間を300ms、制動も-1.5%～+1.0%の範囲に入るように設計されている。 立ち上がりの早いピーク信号には正確に応答しないという問題もあるが、長年にわたり使用されている。
オーバーサンプリング	アナログ信号をデジタル信号に変換するとき、またはデジタル信号をアナログ信号に変換するとき、実際のサンプリング周波数の何倍かのサンプリング周波数を用いて処理を行うこと。
音声モード	モノ、ステレオ、二ヶ国語、5.1サラウンドなどの音声方式のこと。
ゲーティング	被測定値をある閾値により分別すること。ARIB TR-B32で規定されるラウドネス測定アルゴリズムでは、ある閾値より小さい値を除去することで、より主観に近いラウドネス値が得られる。
サンプリング周波数	時間的に連続するアナログ信号を、デジタル記録が可能な形に変換するために必要な処理である標本化（サンプリング）において、単位時間あたりに標本を採取する頻度のこと。「標本化周波数」ともいう。
サンプルピーク（値）	通常のサンプルピークメータの指示値で、サンプリング周波数ごとに標本化されたデジタル信号のピークのこと。
ターゲットラウドネス値	番組音声の聴取レベルを適正に保つために目標となる平均ラウドネス値のこと。

T032-2011

ダウンミックス	3チャンネル以上の音響信号を、2（または1）チャンネルに再構成することをいうが、一般的には、5.1サラウンド音声を2チャンネル（ステレオ）音声に変換することをいう。
平均ラウドネス値	ある区間を、ARIB TR-B32に示される全てのゲーティング処理を含むラウドネス計算アルゴリズムを用いて算出したラウドネス値のこと。 「ロングタームラウドネス」または「インテグレートッドラウドネス」と呼ぶ場合もある。 番組の平均ラウドネス値は、番組の開始から終了までを測定区間とする。
ラウドネス	人が感じる音の大きさのことを言い、感覚量である。一般的には音圧が大きくなるとラウドネスも大きくなる。ただし、ISO226等ラウドネス曲線に示されているように、人の聴覚感度は周波数特性を持つので、同じ音圧レベルの純音でも周波数が異なればラウドネスも異なって感じる。
ラウドネス値	本規準では、デジタル録音レベルからラウドネス測定アルゴリズムに基づいて算出したラウドネスの計算値に対する一般名称として使用する。単位にLKFSを用いる。 ISOが定義するラウドネス値（再生音の測定値、単位Phon）とは異なる。
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ATSC	Advanced Television Systems Committee
DR	Dynamic Range
EBU	European Broadcasting Union
ISO	International Organization for Standardization
ITU-R	International Telecommunication Union Radiocommunication Sector