

テレビの音量レベル差と放送規格

第 1 回 サラウンドの音はなぜ低いのか

JPPA 技術委員会

オーディオ部会委員 丸谷正利

はじめに

地上デジタル放送や BS デジタル放送のサラウンド番組も徐々に増えつつあり、サラウンド CM 制作の話も耳にするようになりました。JPPA 会員社の中でもこれらの仕事に関係する機会が増えて来るものと思います。そのような中で、“サラウンド番組は音が小さい”という声を聞かれている方もいると思います。今回「テレビの音量レベル差と放送規格」と題して、テレビの受信音量に関する問題をまとめてみました。第 1 回はサラウンド番組（CM も同じですが）の音声レベルについて考えてみます。

1 サラウンド番組は音が小さい？

地デジや BS デジタルの番組を聴取して“サラウンド番組になると音が小さくなる”と感じた経験があるのではないのでしょうか。本当にサラウンド番組の音は小さいのでしょうか。

結論から言うと、ステレオ再生のテレビ（つまり普段私たちが観ているテレビ）でサラウンド番組を聴取すると“本来の音量”より小さくなります。その原因はテレビの持っている“ダウンミックス機能”にあります。サラウンド番組をサラウンドで聴取する場合はこのような音量低下は発生しません。つまり、同じサラウンド番組を聴取してもサラウンド再生とステレオ再生（正確にはダウンミックスステレオ再生）では、再生音量が異なるわけです。今のところ、ほとんどの家庭はステレオ再生のテレビで番組を視聴しており、サラウンド番組もダウンミックスされたステレオ音声で聴取することになります。このため、

サラウンド番組を見た一般視聴者から、他の（ステレオ）番組と比べ音が小さいという意見が出るわけです。

2 なぜ音量レベルが低くなるのか？

それではなぜダウンミックスで、このような音量レベル差が発生するのでしょうか。デジタルテレビの基本仕様は ARIB STD-B21「デジタル放送用受信装置 標準規格」で定められています。この中にサラウンド音声の再生方法も記述されており、そこでは「2 チャンネルステレオ再生機能を持つ受信装置がマルチチャンネル音声ストリームを再生する場合、表 6-DM1 にあるダウンミックス処理を行うこと」になっています。このダウンミックスは下記の式を使って行なわれます。

$$L_t = a * (L + (1/\sqrt{2}) * C + kL_s)$$

$$R_t = a * (R + (1/\sqrt{2}) * C + kR_s)$$

a : オーバーロード低減係数 = $1/\sqrt{2}$

k : ダウンミックス係数 = $1/\sqrt{2}, 1/2, 1/2\sqrt{2}, 0$

ダウンミックス係数 k はデジタル放送時に PCE (Program Configuration Element) ストリームにセットして送出されています。主に $k=1/\sqrt{2}$ が使用されているようですが、テレビ側が PCE 未取得（受信できなかった）の場合も $k=1/\sqrt{2}$ として処理されます。したがって、放送局が k 値を送出しなければ、受信機はこれを $1/\sqrt{2}$ として処理することになります。

オーバーロード低減係数 a は放送局側では指定することができません。係数 a はテレビ受信機が持つ機能となっており、現規格では固定値となっています。

〔注〕ダウンミックス式の Lt/Rt 記号は、古くから 3/1 方式ドルビーサラウンド用として知られていますが、ARIB ではステレオ用ダウンミックスの記号として使用しています。したがって、ドルビーの Lt/Rt と式の中身が異なります。ARIB の Lt/Rt はドルビーのダウンミックス式 Lo/Ro に相当します。また、式からわかるように LFE チャンネルはダウンミックスされないので、重要な音は LFE チャンネルに入れたい配慮が必要です。

ダウンミックス式から、L チャンネル/R チャンネルに対し、C/Ls/Rs チャンネルのダウンミックスを行った後、音声全体に係数 a を掛けて $1/\sqrt{2}$ 倍 (= 0.707 = -3dB) していることがわかります。このため、全体の音声レベルはサラウンド再生環境で聴取するときよりも 3dB 低くなります。適正なレベルで制作したはずのサラウンド番組やサラウンド CM が、放送時に「音が小さい」と言われるのはこれが原因となっています（ミックスレベルが低いわけではない）。

なぜこのようなダウンミックス式を採用したのかは、ARIB STD-B21 の「付属-4 AAC デコーダにおけるダウンミックス処理について」に詳しく述べられています。この中で「聴取レベルは 3dB 低下するが・・・聴取レベルの低下は許容範囲と思われる」との記述があり、規格策定当時は 3dB のレベル差は問題にならないと判断していたようです。

3 再生環境の違いと再生音量

サラウンド再生環境とステレオ再生環境で、同じ再生音量のサラウンド番組とステレオ番組を聴取したときの違いを、図を使って説明します。

3-1 サラウンド再生環境での聴取

図 3-1 はサラウンド番組をサラウンド再生環境で聴取した場合です。この場合は、す

べてのチャンネルが本来のミキシングレベルで再生されるので聴取時の音量レベル低下はありません。

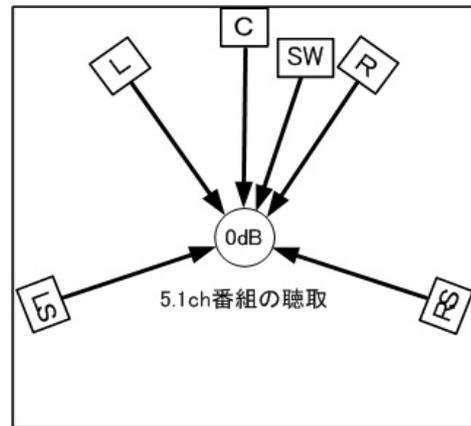


図 3-1 サラウンド再生環境 (1)

図 3-2 はステレオ番組をサラウンド再生環境で聴取した場合です。この場合は、L/R スピーカを使用したステレオ再生環境として動作するので、これも本来のミキシングレベルで聴取することが出来ます。

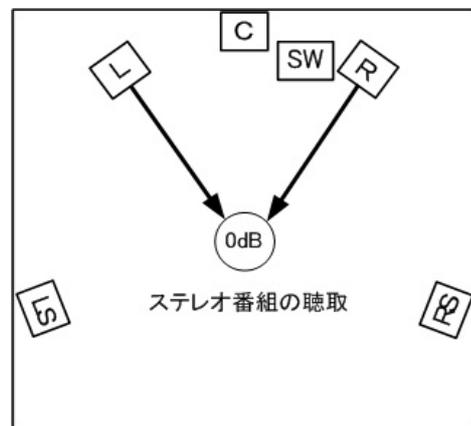


図 3-2 サラウンド再生環境 (2)

したがって、サラウンド再生環境ではサラウンドとステレオの番組を切り替えて聴取しても（サラウンドとステレオの違いはありますが）全体の音量レベル差は生じないこととなります。

3-2 ステレオ再生環境での聴取

それでは、同じ番組をステレオ再生環境で

聴取するとどうなるでしょうか。図3-3はサラウンド番組を聴取した場合です。この場合、テレビのダウンミックス機能が動作し「サラウンド=>ステレオ変換」が行われます。再生する音声はダウンミックスされたLt/Rtが使用され、全体の音声レベルが3dB下がり、再生音量も小さくなります。

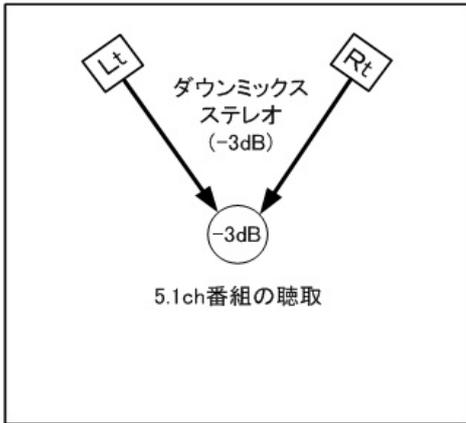


図3-3 ステレオ再生環境(1)

ステレオ番組(図3-4)の場合はどうでしょうか。この場合はダウンミックス機能が動作しないので本来のミキシングレベルで聴取できます。このため、サラウンド番組と比較すると音量が大きくなります。

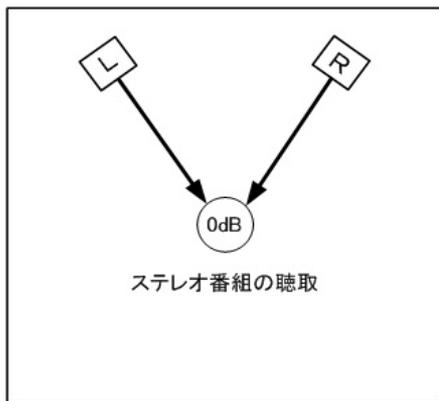


図3-4 ステレオ再生環境(2)

この結果、ステレオ再生環境でサラウンド番組とステレオ番組の音量レベルを比較すると、本来同じ音量で聴こえるようにミックスした番組なのに、テレビでは「サラウンド番組の音量が小さい」と感じるわけです。

4 サラウンド音声の制作

それでは放送番組のサラウンドとDVDや映画のサラウンドは、同じようにミキシングしては駄目なのでしょうか。そこには何か違いがあるのでしょうか。

スポーツ中継、音楽番組などテレビ局制作のサラウンド番組では、今まで述べてきたレベル差の問題を解決するために、音声レベルを上げるような制作手段を講じることが多くなっています。つまり、制作段階でサラウンド音声を上げ、ダウンミックス音声とステレオ音声との音量レベル差を、出来るだけ少なくするわけです。

以下に放送番組のサラウンドミキシングについて、いくつかの考え方を述べます。本来は“基準レベルで制作”すべきですが、放送番組として考えるといろいろな事情により“手を加える”ことを要求される場合も出てくると思います。それぞれ長所と短所があります。どれが最適かは納入先と話し合う必要があるでしょう。

4-1 基準レベルで制作する

これは基準を守り“普通の”番組を制作する方法です。映画やDVDと同じように0VU/-20dBFSを基準レベルとして、スタジオの標準モニターレベルでミキシングします。この場合、ミキシングしたサラウンド音声は適正レベルとなりますが、テレビのダウンミックス音声はステレオ番組の音声に比べ小さくなります。したがって、番組視聴者から“音が小さい”と言われる場合もあります。しかし、作品としては一番完成された姿であり、二次利用も簡単です。

4-2 サラウンド音声のミキシングレベルを上げる

この方法はダウンミックス音声とステレオ音声の音量レベル差を少なくすることを優先す

るので、サラウンド音声を“適正レベルで作成する”ことが犠牲になります。機器の基準レベルは 0VU/−20dBFS ですが、以下に述べるような方法で録音レベルを上げています。テレビ局ではこの方法でサラウンド番組を制作することが多いようです。ポストプロダクション作業を行う我々にとって一番気になるところなので少し詳しく述べることにします。

4-2-1 ミキシングの方法

まず、サラウンド音声とダウンミックス音声を同時にモニターできる環境を構築する必要があります。ミキシング時はこれを切り替えながらモニターしますが、ダウンミックス音声はステレオ番組やCMの音量と同程度になるように、サラウンド音声のレベルを上げてミキシングします^[注1]。その結果、サラウンド音声のレベルは約 3dB 上がるようになります。この時、モニター用のダウンミックスは必ず2項で述べた式に合わせます^[注2]。この方法以外にも録音機器に 3dB のオフセットをかませるなど、機械的な手段を用いることも考えられますが、設定の手間や管理面を考えるとあまり現実的ではないように思います。

[注1] ダウンミックス音声と比較しながらミキシングする場合は、サラウンド側モニターレベルの調整も必要となります。通常使用しているモニターレベルのままではサラウンドの音声は 3dB 程度大きくなり、ミキサーのリファレンスレベルが狂うこととなります。通常のモニターレベルまで下げて(−3dB) 作業するのが望ましい方法です。

[注2] コンソールでダウンミックスする場合のフェーダ設定は「5 コンソールを使用した ARIB 規格のダウンミックス例」を参照してください。コンソールに組み込まれているダウンミックスを使用する場合はダウンミックス処理方法を確認してください。コンソールによっては ARIB 規格のダウンミックス

処理機能が組み込まれている場合もあります。また、Dolby Digital のダウンミックス Lo/Ro は係数 a に相当する部分がないのでデフォルトのままでは使用できません。

このようにして制作されたサラウンド番組をテレビで聴取すると、ステレオ番組やステレオ CM と同じような音量感が得られます(が、逆にサラウンド再生の音量レベルは大きくなります)。

図4-1は、C成分が 0dB、L成分=R成分=−3dB のステレオ番組と同じ音量レベルを得るためのサラウンドのミキシングレベルを図示したものです。ここでは簡略化のためフロントチャンネルのみに着目し、さらに Lch は L成分、Rch は R成分 Cch は C成分のみ、から成り立っているものとしています。

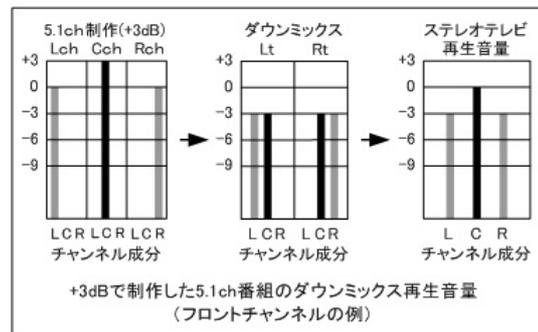


図4-1 ミキシングレベルと再生音量

図4-1の左側がサラウンドのミキシングレベルで、Lch/Cch/Rch はチャンネルを示し、L/C/R は各チャンネルに含まれる音声成分です。中央はテレビによるダウンミックスレベルです。Lch/Cch/Rch の音声は Lt/Rt (ステレオ) に合成されていますが、そのレベルは−3dB となります。右側がテレビの再生音量レベルです。L/C/R の成分はサラウンドミックス時より、それぞれ 3dB 低い値となり、はじめに述べたステレオ番組と同じ音量レベルとなります。

4-2-2 レベルを上げた場合の問題点

音声レベルを上げて制作するサラウンド番組ではどのような問題が生じるのでしょうか。ここでは四つほど上げて見ましたが、この他にも「ミキシング情報シート」などを作成し、ミキシングレベルがどのようになっているかを明記する必要があるでしょう。

(a) 二次利用時はレベル調整が必要

番組を DVD 化や海外販売するときは、サラウンド音声レベルオーバーとなっているので調整する必要があります。そのまま DVD 化すると、DVD (Dolby Digital) のダウンミックスでは係数 a に相当する部分がないので、+3dB されたダウンミックス音声となり、ピークオーバーの危険性も増します。

(b) サラウンド聴取者の再生レベルが大

サラウンドの再生レベルが 3dB 大きくなるので、サラウンド聴取者へしわ寄せが行くこととなります。番組内の CM・番宣など、ステレオ素材との間に逆の音量レベル差(サラウンド番組が 3dB 大きい)を生じることになり、レベル調整の手間が生じます。この件に関しては、まだサラウンドでの聴取者が少ないこと、聴取には AV アンプを使用している、など AV マニアの方が多いと考えられ、レベル調整の手間に対して大きな問題とはなっていないのかも知れません。

(c) ピークオーバーの危険性

DVD 化のときと同じように、テレビのダウンミックスでもピークオーバーとなる危険性が増します。

(d) レベル監視の問題

制作時の問題として、VU メータによるレベル監視がほとんど不可能になります (VU メータの指示値は+3VU までなので、振り切り状態になることが多い)。したがって、ピークレベルメータによる監視やリミッタの使用など、ピーク信号処理には細心の注意が必要となります。

5 コンソールを使用したダウンミックス

5-1 ダウンミックス検聴の重要性

現在のテレビ視聴環境を考えると、サラウンド番組を制作したときのダウンミックス検聴作業は必須であろうと思います。ダウンミックス聴取者に対しても、サラウンドと同等の品質で音声を提供しなければなりません。サラウンド音声と比較検聴しながら、もっとも自然なダウンミックス音声になるような k 値を選択する必要があります。この k 値を放送局が送出時に使用する値にしてもらいます。一般的には $k=1/\sqrt{2}$ が適していると考えられますが、番組によっては他の値が適していることもあります。あるスポーツ中継では $k=0$ が最適だったとの話も聞いています。

また、ダウンミックスでチェックしなければならない点に逆相成分の有無があります。サラウンド再生の空間ミックスでは顕著に表れない逆相成分も、電気処理のダウンミックスでは問題となります。場合によってはサラウンドミックスを修正する必要も出てくるでしょう。ダウンミックスで加算する $L:C:Ls$ 、 $R:C:Rs$ チャンネルの逆相成分には十分な配慮が必要です。

以下に 2 項で述べた ARIB 規格のダウンミックスを、コンソールのフェーダ操作で行う場合の例を示します。これらの例は標準的なダウンミックス ($k=1/\sqrt{2}$) を示すもので、 Ls/Rs チャンネルのダウンミックス係数 k は他の値を選ぶことも出来ます。k の値は 4 種類ありますが、これを dB に換算すると表 5-1 のようになります。

係数 k 値	dB換算
$1/\sqrt{2} = 0.707$	-3dB
$1/2 = 0.5$	-6dB
$1/2\sqrt{2} = 0.354$	-9dB
$0 = 0.0$	$-\infty$ dB

表 5-1 係数 k の dB 換算

5-2 パンポットを使用した例

図5-1はステレオパンポットを使用したダウンミックスの例です。

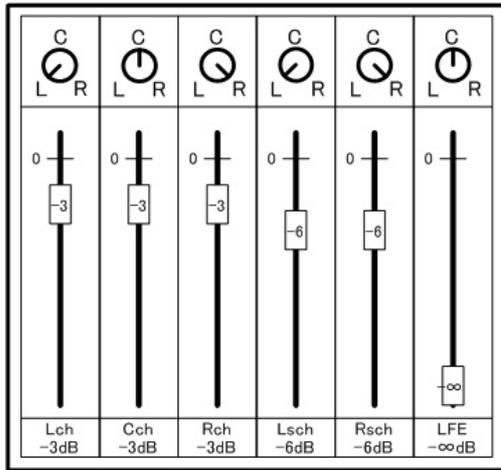


図5-1 パンポットの例

L/C/Rのフェーダ位置は-3dBにします。Cチャンネルの音声信号はパンポットによるL/R分配でさらに3dB低くなり、ステレオバスのL/Rにはそれぞれ-6dBのCチャンネル音声加算されることとなります。Ls/Rsは-6dB、LFEはOFFにします。

5-3 バスセレクトを使用した例

図5-2はバスセレクトを使用してダウンミックスした場合の例です。

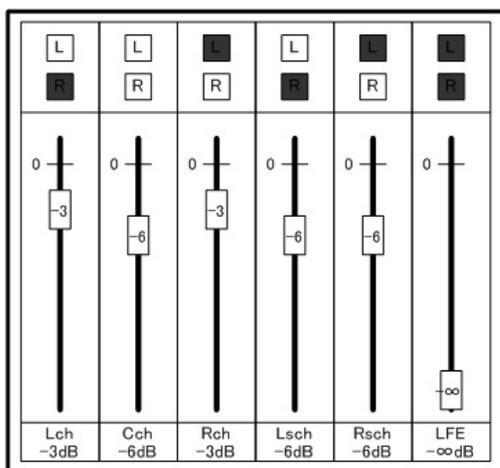


図5-2 バスセレクトの例

この場合はCチャンネルのフェーダ位置を-6dBにします。バスセレクトによる音声分

配は単純加算となるので、Cチャンネルの音声はL/Rチャンネルより3dB低く設定します。Ls/Rsは-6dB、LFEはOFFにします。

おわりに

今回はサラウンド音声を中心に話しをしました。次回は、サラウンド音声関連の続きと、音声モードによる音量レベル差、放送方式による音量レベル差、欧米のサラウンド音声のダウンミックス、ドルビーボリューム技術などについてお話しします。

この原稿は2008年11月のオーディオ部会で配布した技術資料に加筆修正したものです。