

BUILT FOR **PRO TOOLS** | **HD**



LM5 & LM5D

LOUDNESS RADAR METERS

t.c. electronic

TC SUPPORT INTERACTIVE

TC Support Interactive (<http://tcjsupport.custhelp.com>) は、オンライン・サポートと情報提供のためのウェブサイトです。TC Support Interactive では、TC ソフトウェア／ハードウェア製品に関する一般的な質問の解答を、製品／カテゴリー／キーワード／フレーズから検索可能です。一度サイトで登録を行ってログインすれば、「My Stuff」セクションから、質問の状況を調べたり、製品マニュアル／ソフトウェア・アップデート／プリセット等のダウンロードが行えます。

データベースは TC 製品に関する最新の情報が満載です。お求めの情報がデータベースにない場合は、質問を提出することも可能です。この場合は、TC テクニカル・サポートのスタッフが電子メールでご連絡させていただきます。



連絡先

また、インターネット以外でのお問い合わせにつきましては、各地域の TC 支社または輸入代理店までご連絡ください。

TC ELECTRONIC A/S
Customer Support
Sindalsvej 34
Risskov DK-8240
Denmark
www.tcelectronic.com

日本：
TC エレクトロニック日本支社
〒151-0073 東京都渋谷区笹塚 3-2-15-4F
www.tcelectronic.co.jp

© BY TC ELECTRONIC A/S 2008. ALL PRODUCT AND COMPANY NAMES ARE TRADEMARKS OF THEIR RESPECTIVE OWNERS. ALL SPECIFICATIONS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE. ALL RIGHTS RESERVED.
TC ELECTRONIC IS A TC GROUP COMPANY.

目次

目次	.1
イントロダクション	.2
主な機能	.2
動作環境	.2
操作概要	.5
RADAR - レーダー・ページ	.6
PPM - PPM ページ	.10
PREFS (PREFERENCES) - 初期設定ページ	.12
プリセット	.14
基礎情報：レベル対ラウドネス	.15
基礎情報：ITU-R BS.1770	.17
メーターのキャリブレーション	.19
ディスプレイ	.19
追記	.20
プリセット管理	.20

イントロダクション

LM5 / LM5D レーダー・ラウドネス・メーター

LM5 は、単純なレベル監視による音声管理とは一線を画し、聴感上のラウドネスを監視することを可能とします。

近年、昔ながらのレベルを基準とした監視方法の限界が様々な形で浮き彫りになっています。テレビ放送での望まれざるレベル・ジャンプや一般的なミュージック CD の歪み、プログラムの種類やオーディオ・フォーマット間の非互換性などはどれもエンジニアにとって日常的に大きな課題となっています。過去の優れたミュージック・トラックが最近レコーディングされたものと共存できない、TV コマーシャルとドラマ番組が合わない、クラシック音楽や映画とブロードキャスト用に制作された番組が合わないなど、枚挙にいとまがありません。毎日、世界中で何百万の人がラウドネスの制御を行うためにボリュームを調節しつづけています。

LM5 は、「ユニバーサル」と「ITU 準拠」をコンセプトとしたラウドネス・コントロールを行うためのツールで、プロダクションからディストリビューションまでの様々な段階におけるオーディオの監視とコントロールを支援します。

LM5 は他の TC 製品、または同じ国際標準に準拠した他社製品と組み合わせて使用することを想定しています。コマーシャルやポップ CD などダイナミックレンジの狭い素材が常に一番ラウドにならないようにするには、本マニュアルのガイドラインをご参照ください。

主な機能

- ITU-R BS.1770 準拠のリアルタイム・ラウドネス・メーター
- ラウドネス・ヒストリーのレーダー・ディスプレイ
- ツール・ピーク表示のバーグラフ・ディスプレイ
- ユニバーサル・ディスクリプター (LM5D)
- モノラル/ステレオ/5.1 対応
- ブロードキャスト/ミュージック/ポスト/フィルム用のプリセットを搭載

動作環境

- Mac OS X (10.4 以降) / Windows XP
- Pro Tools TDM 7.2 ソフトウェア以降
- Pro Tools HD または HD Accel ハードウェア
- iLok USB キー
- 製品のオーソライズには iLok.com アカウントとインターネット・アクセスが必要
- Digidesign 社による Pro Tools TDM システムの推奨動作環境

1998 年以来、TC は様々なラウドネス・モデルのリスニング・テストと評価を行っており、何万にも及ぶアセスメントによる大規模でユニバーサルなラウドネスのデータベースを構築してまいりました。このデータベースはブロードキャスト素材、ミュージック、コマーシャル、映画、実験的な音声素材などを網羅しており、他の機関による独立した研究結果との相互検証も行われています。

このユニバーサル・データベースは、学術面そして実用面いずれの視点からも極めて高い有効性を誇り、ショートターム（短期）とロングターム（長期）ラウドネスの関連性、そして LM5D による統計ベースのユニバーサル・ディスクリプターを可能とする面で、LM5 の基礎的な要素となっています。

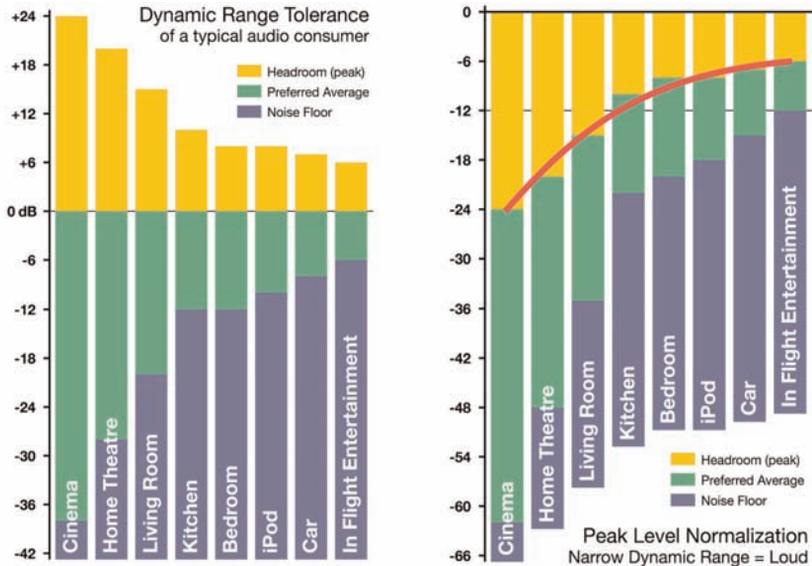


図 1 (左) : 典型的な一般リスナーのリスニング環境別の DRT (ダイナミックレンジ耐性)

図 1 (右) : ピーク・レベルを基準にノーマライズを行うと、低ダイナミックレンジ向けに制作された素材がラウドになる図解

図 1 に示されるダイナミックレンジ耐性 (DRT) のチャートは、上記の研究で派生的に発見された特徴の一つで、一般リスナーは環境によって異なる DRT を持ち合わせていることを示します。DRT は、Preferred Average (= 快適と感じられる平均レベル) の範囲と、その範囲を上回るピーク・レベルのヘッドルームにより構成されます。環境によって快適と感じられる平均的な音圧レベルは異なり、特定の範囲内に収まらなければ、言葉が明瞭に聞き取れなかったり、音楽や効果音がうるさすぎたり小さすぎると感じます。

オーディオ・エンジニアは通常特定の DRT をターゲットにミックスを行います。ブロードキャストやミュージックの制作におけるレベル・ノーマライゼーションはピーク・レベルを基準としているため、図 1 の赤い線に示される通り低ダイナミックレンジのミックスが一番ラウドに聞こえます。そのため、ダイナミックレンジは低下の一途をたどり、現在のポップ・ミュージック業界に至っては、図に載せるのであれば機内エンタテインメントの右側に位置してしまう程となりました。

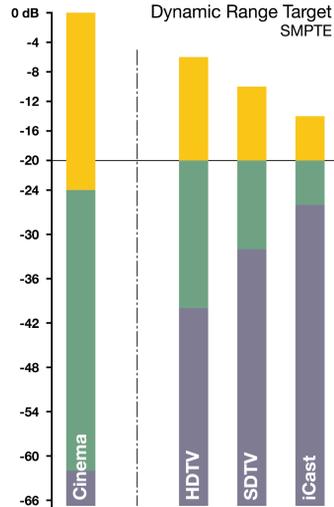
LM5では、標準オプションであるラウドネス・ヒストリーならびにDRTの視覚化と、プロダクション以降のロングターム・ディスクリプターという組み合わせによって、ピーク・レベルのみを絶対的な指針とする作業方法に比べて音質的に優位でトランスペアレントなワークフローを提案します。ミュージックに限らず、ブロードキャストやフィルム向けのプロダクションにも有効で、音声の専門家でなくても目標の配布プラットフォームが許容するラウドネスの範囲で作業を進めることができ、プログラムが他のプラットフォームに変換される場合にも予測性の高い結果が得られます。

LM5はラウドネスの表示をターゲット・レベル（グリーン）／ノイズフロア・レベル（ブルー）／ラウドなイベント（イエロー）の3段階で行い、高い視認性を確保しています。（図2参照）

図2：コンシューマーのDRTをベースとしたプラットフォーム別のターゲット・ラウドネスの色識別例。

平均ラウドネス（-20dBのライン）を中心としてダイナミックレンジを制限することにより、ミックスの主要音と背景音の差が曖昧になったりかき消されてしまうことを回避できます。

ブロードキャストで要求されるダイナミックレンジの特性はシネマと大きく異なる点にご注目ください。



制作に関わるエンジニアがラウドネスの許容範囲を把握しながら作業を進めることによって、その先の配布に向けた各作業段階ではより少ないダイナミクス処理で済むという効果が得られます。これは、局側で維持に莫大な時間を要するメタデータ管理の必要性を軽減する意味を持ちます。

ブロードキャストの世界においては、プロダクション／インジェスト／リンク／マスター・コントロール処理／ロギングの各段階でラウドネスの指針を一致させることができれば、DTVの音声に限らず、全ての放送プラットフォームで音声の品質を上げることが可能となります。

LM5とTCのプロセッサは、PPMメーター／VUメーター／Dolby社のLM100メーター等と共存できます。LM5はランニング・ステータス表示を行うことができ、またダイアログと非ダイアログ両方の素材に対して標準準拠の表示を行えるため、プロダクション環境においてはLM5とDolby LM100メーターを併用することによってDolby LM100の実用性を大きく高めることができます。

操作概要

LM5はショートターム（短期）ラウドネスとラウドネス・ヒストリー、そしてロングターム（長期）ディスクリプターを独自の方式で視覚化します（ロングターム・ディスクリプターはLM5Dのみ）。プログラム素材の種類は問わず、またモノラル/ステレオ/5.1で使用できます。

Radar（レーダー）キーを押すと、レーダー・ページが表示されます。通常は、ほとんどの場面においてこのページを表示させることになります。基本的な機能を図3に示します。

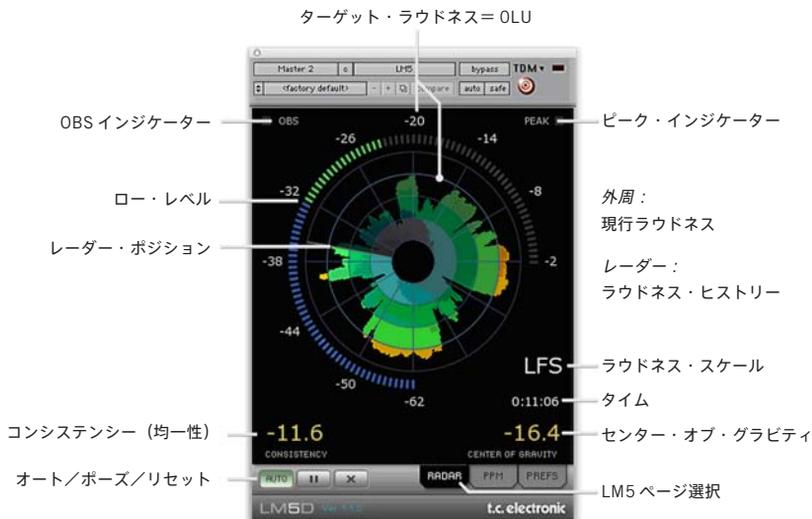


図3：LM5Dレーダー・ページの機能概要。12時のポジションと、太線の同心円がターゲット・ラウドネスとなります。LM5DではConsistency（コンシステンシー - 均一性）とCenter of Gravity（センター・オブ・グラビティ - 重心点）で構成されるユニバーサル・ディスクリプターがディスプレイ下部に表示されます。「X」ボタンを押すと、レーダーとディスクリプターはリセットされます。

AUTO（オート）/ポーズ/リセット・ボタンにより構成されるトランスポート・コントロールは、レーダーとディスクリプターの計測を開始/一時停止/リセットします。AUTOを押すと、計測（グリーン）と一時停止（イエロー）の状態がプロツールのトランスポートに追従します。

PPMボタンを押すと、PPMページが表示されます（図6）。PPMディスプレイはチャンネル間バランスや、チャンネルのオーバーロード監視等に使用します。

Prefsボタンを押すと、Preferences（プレファレンス/初期設定）ページが表示されます（図8）。ヒストリーがリセットされていない限り、時間とレーダーの解像度に対してズームを行えます。例として、周期を4分から1時間に設定を変更したり、表示の分割線毎のレベル範囲を6dBから10dBに変更する、といった操作が可能です。

プリセットは、ターゲット・ラウドネス/ノイズフロア/オーバーロード条件等の設定別に保存できます。

RADAR - レーダー・ページ

外周：カレント（現行）ラウドネス

レーダー・ページの外周メーターは現行ラウドネスを表示します。0 LU のポイント（すなわちターゲット・ラウドネス）は 12 時で、グリーンとイエローの境界点となっています。グリーンとブルーの境界点は、ロー・レベルのポイントです。初期設定ページには「0 LU Equals (0 LU のレベル)」と「Low Level Below (ロー・レベル境界レベル)」のパラメータが用意されています。図 3 のカラー表示は 0 LU を -20 LFS、ロー・レベルを -12 LU に指定した場合の表示です。

オペレーターまたはユーザーに対しては、外周に示されるラウドネス・レベルが通常グリーンの範囲内で、12 時に近い値を示すように指示を行います。ブルーやイエローにはみ出る際には、上下片方向に偏りのないようにします。

外周の数値的な基準は、最大ラウドネスまたはゼロ・ポイント（中間点）のいずれかを選択できます。初期設定ページでは、LFS と LU いずれかのラウドネスの単位を選択できます。いずれの方式も有効です。LFS は一般的なデジタル・システムにおけるピーク・レベルの測定、そして Dolby LM100 に近く、LU のアプローチは VU メーターなどで既定のターゲット・ラウドネスが設定されていることが条件となります。

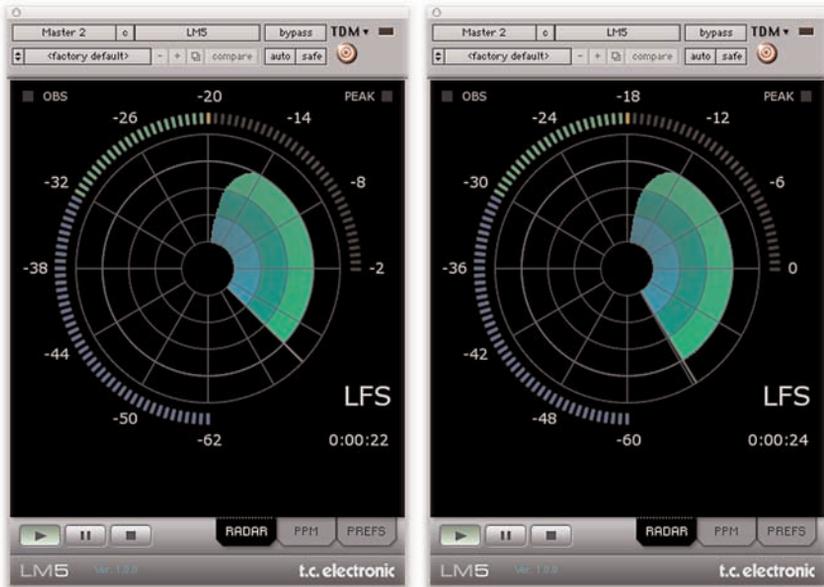


図 4：キャリブレーション・トーンのレーダー表示例。

左メーター：標準 NAB プリセット。サイン波（ステレオ）、1 kHz、-20 dBFS。

右メーター：標準 EBU プリセット。サイン波（ステレオ）、1 kHz、-18 dBFS。

LOUDNESS HISTORY: RADAR - ラウドネス・ヒストリー：レーダー

ラウドネス・レーダーは、時間軸に沿ったラウドネスのヒストリーを表示します。ラウドネスの地形全体を見渡すことにより、ラウドネスのエンファシスが適正な場面がかかっているかどうかを把握することが可能となります。使用例は幅広く、ダイアログとアクション場面のバランスの整合性確保、ミュージックでは演出的に楽曲内のコーラス部分がバースに比べて強調されているかの確認、バラエティ番組における観客音のバランス監視、生番組のトランジションにおけるターゲットの設定、等が考えられます。



図 5：ジャンルの異なるプログラムの表示例。

左：5.1 ムービー (*Pirates of the Caribbean*)。周期 12 分、Radar: Low Consistency。

中央：ドイツのニュース番組。周期 4 分、Radar: Medium Consistency。

右：ポップ・ミュージック (*Madonna の Hung Up*)。周期 1 分、Radar: High Consistency。

レーダーの周期は 1 分から 24 時間の範囲で設定できます。中から外に向かう同心円間の範囲は境界毎に 3 / 4 / 6 / 8 / 10 / 12 dB で、0 LU ポイントは常に図 3 に示される太線のグリーンとイエローの境界線となります。0 LU ポイントの設定は初期設定ページで行い、通常は -12 と -24 LFS の間に設定します。

画面左下のトランスポートはレーダーのラン/ポーズ/リセットを行います。LM5D の場合の表示は図 3 に準じます。

OBS インジケータは、チャンネル間の異常を示します。表示条件は初期設定ページで指定します。通常、OBS インジケータが点灯した際にオペレータは PPM ページに移動して状況の詳細を確認することとなります。

最低 1 チャンネルの信号がトゥルー・ピーク計測における許容最大値を超えると、ピーク・インジケータが点灯します。ピーク・インジケータのスレッシュホールドは初期設定ページで指定します。この設定は LM5 のプリセットに保存できます。

ユニバーサル・ディスクリプター (LM5Dのみ)

外周のショートターム（短期）ラウドネスとラウドネス・ヒストリー（レーダー）に加え、LM5Dではロングターム（長期）統計ディスクリプターによる、プログラム／フィルム／ミュージック・トラック全体の値を得られます。ダイアログのみを計測するコンセプトのものとは異なり、LM5Dはあらゆるタイプの音声素材を計測できます。

Center of Gravity (CoG - センター・オブ・グラビティ／重心点) はプログラムのラウドネス平均を示します。この値は直接実用的なもので、例えば -22 LFS を基準としている放送局が -19.5 LFS の CoG を示すコマーシャルを放映する場合は、送出前に 2.5 dB アッテネートすることで違和感のない切り替わりが得られます。

Consistency (コンシステンシー - 均一性) はプログラム内のラウドネスの変動を示します。一極では、周波数とレベルが固定されたテストトーンでは 0.0 LU のコンシステンシーを持ちます。一般的なブロードキャスト・プログラムのコンシステンシーは -2 ~ -5 LU 近辺となります。クラシック音楽や映画の数値は -10 LU 以下などと、マイナス方面に向かいます。この数値は、頻繁なラウドネスの変動を生じさせないために LU 単位でどれだけのラウドネス補正 (カット／ブースト) が必要になるかを示します。

CoG は -80 ~ +12 LFS、Consistency は -40 ~ 0 LU のレンジを持ちます。典型的な数値は次の通りです。

シネマ (映画) : -6 ~ -15 LU / -22 ~ -30 LFS

クラシック音楽 (CD) : -5 ~ -12 LU / -15 ~ -30 LFS

ブロードキャスト : -2 ~ -5 LU / -18 ~ -24 LFS

コマーシャル : -0.5 ~ -2 LU / -15 ~ -22 LFS

ポップ／ロック CD (1995 年以前) : -1.5 ~ -5 LU / -14 ~ -20 LFS

極度のコンプレッションが施されたポップ／ロック CD : -1 ~ -3 LU / -5 ~ -8 LFS

ご注意 - ミュージックのマスタリングについて : -12 LFS よりも 0 に近い CoG はすでに危険領域で、-10 LFS 過ぎでは赤信号が灯っていると言えます。それ以上のラウドネスを得るためにプロセッシングを行ったとしても、その労力は放送局や iTunes 等で無効化されてしまうだけでなく、プロセッシング時に生じた歪みだけが残ることとなります。

同じ警告は TV コマーシャル用のプロダクションにも当てはまります。最大値のみを追求するのではなく、Consistency に若干の余裕を与えてプログラムに息継ぎの余裕を与えることを推奨します。レーダーを確認しながら音声の焦点を定めてラウドネスがノーマライズされている状態が、視聴者を一番引きつけることにつながります。

ユニバーサル・ディスクリプターは、ITU-R BS.1770 に採用されている Leq (K) をベースとしており、また一般的なブロードキャストの通常稼働レベル近辺におけるゲイン・オフセットに対する一貫性を念頭にデザインされています。例として、-3.5 LU の Consistency を示しているプログラムに 10 dB のレベル・オフセットを行うと、通常 Consistency は不変のまま CoG の値が 10dB シフトされます。ユニバーサル・ディスクリプターについての技術的な詳細は、TC ウェブサイトの Tech Library セクションをご参照ください。

ロングターム (長期) 計測 (LM5Dのみ)

ユニバーサル・ディスクリプターは、番組の尺全体に対して、または任意の特定のシーンに対して計測できます。計測するプログラムは、最低でも約 10 秒の長さを確保することをお勧めいたします。長さの上限については、24 時間あるいはそれ以上のものでもかまいません。

新しい計測を行なう前に、「X」(リセット) ボタンを押します。こうすることにより、ディスクリプターとレーダーそしてツール・ピーク・メーターがリセットされます。次に音声を流し、レーダーとディスクリプターが更新されるのを確認します。レーダーは瞬時に計測値を表示しますが、ディスクリプターが最初の計測値を表示するまでには5秒かかります。表示は瞬時に行なわれないものの、この最初の5秒間の情報は計測値に反映されています。

LM5D はインテリジェントなゲートを内蔵しており、プログラムの主要音と背景音を聴き分けます。そのため、オーディオの特徴を識別するまで計測は開始しません。背景音のみの場合、またはミュージック・トラックのフェードアウトでは計測は一時的に停止されます。

ユニバーサル・ディスクリプターと Dolby LM100

ダイアログのみを計測する方式とは異なり、LM5D はあらゆる種類の音声に対応します (もちろん、ダイアログを含む音声にも対応します)。ダイアログを計測する場合には、先に手動で素材のスポット・チェックを行なうことをお勧めいたします。通常のダイアログが10～30秒持続するシーンを探し、LM5D で計測します。通常ダイアログは小音量から大音量まで幅がありフィルムでは15 dB もの差があることもありますが、通常のダイアログはプログラム内で比較的均一で曖昧さが少ないと言えます。

Dolby LM100 のように独自の計測手法を採用している機器との互換性を保つ観点からの注意点としては、現在稼働しているメーターはITU-R BS.1770 と Leq (K) にアップデートされているものと、そうでない Leq (A) に固定されているものが混在している点が挙げられます。BS.1770 に準拠するにはLM100のソフトウェアをバージョン1.3.1.5以降のものにアップデートする必要があり、またこうすることによりLM5のCoGと平均ラウドネス計測の互換性を確保できます。Leq (A) はスピーチのみに限定しても正確な知覚ラウドネスの近似値が得られないため、予測性の高い結果を得るには本体をBS.1770に準拠させるアップデートを行なうことをお勧めいたします。

5.1 のステムを扱っている場合で、ProTools 環境のLM5Dを使ってDolby LM100をダイアログに設定している状況と同様にダイアログを計測するには、スポット・チェックを行なう際にセンター・チャンネルをソロにして、BS.1770の指定するチャンネル・ウェイティングを無効にします。

ユニバーサル・ディスクリプターと AC3 メタデータ

AC3 メタデータの「Dialnorm (ダイアルノーム)」パラメータは本来プログラムの平均ラウドネスを示すものです。このパラメータに対応した民生再生機側では、この値を元に基本的なダイナミックレンジとレベルの制御を行ないます。そのため、この値がターゲットから著しく外れることは、結果の予測性を大きく損ないます。

LM5 の CoG は AC3 のダイアルノームと直接互換性があります。ダイアルノーム値を規定しているほとんどの放送局は、例えば -23LFS といった具合に固定値を採用しており、この値は個別プログラムの CoG の目標値として使用できます。プログラムがダイアログのみでない場合、CoG は若干高めを目標とした方が最終的に良い結果が得られます。ミュージックのプログラムであれば、約3 LU 高めに設定するのが良いでしょう。

PPM ページ

PPM ボタンを押すと、PPM ページが表示されます (図 6)。チャンネル間のバランス、ヘッドルーム、チャンネルのオーバーロード監視等に使用します。



図 6 : PPM ツール・ピーク・メーター機能

PPM ページは、バーグラフ・メーターと、画面右側の円型のラウドネス・メーターで構成されます。円型メーターはレーダー・ページの外周と同一の内容です。ツール・ピーク・メーターは、トランスポートの状態に関わらず機能し続けます。バーグラフをクリックすると、ピーク・ヒストリーがリセットされます。

LM5のピーク・メーターは、ITU-R BS.1770 準拠のトゥルー・ピーク表示を行います。トゥルー・ピーク・メーターは、ダウンストリームの機器（サンプルレート・コンバータ／データ圧縮システム／民生再生機等）で生じるディストーションのリスクやヘッドルームの表示において、CD マスタリング等で一般的に使用されるデジタル・サンプル・メーターと比べて優位性を持ちます。

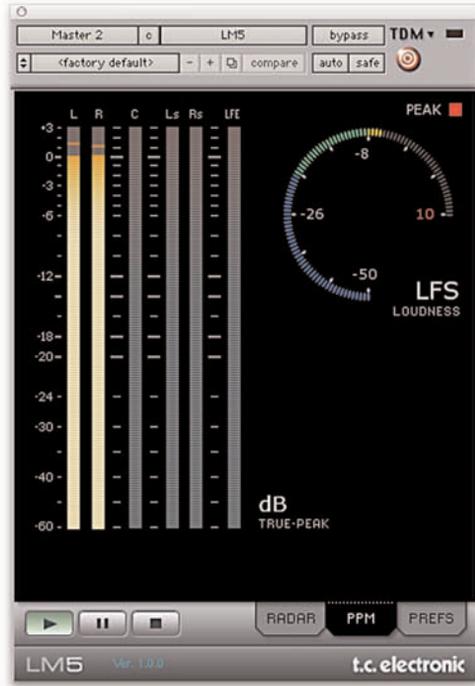


図7：PPMトゥルー・ピーク・メーター例（マドンナ「Hung Up」）

過度にコンプレッションのかかったプログラムの典型例で、0dBFSを遥かに超えるピーク・レベルを示しています。民生用CDプレイヤーでの再生やデータ圧縮を行うと、激しい歪みが生じます。

メーターは、0 dBFS 以上の表示枠が用意されています。ほとんどの民生用再生機は、0 以上で歪みます。後にデータ圧縮を行う際には、-3 dBFS が歪みすぎない範囲の最大レベルと言えます。ブロードキャスト・リンクやトランスミッションを考慮した安全枠を確保するには、-6dBFS を頻繁に超える状態は避けるべきでしょう。過度のピーク・レベルは可聴範囲の歪みや、耳疲れのするサウンドにつながります。

PPM ページを開いた際に表示される最大ピーク・レベルは、レーダーまたはピーク・レベルのヒストリーが最後にリセットされてからの期間が対象となります。

PREFS (PREFERENCES) - 初期設定ページ

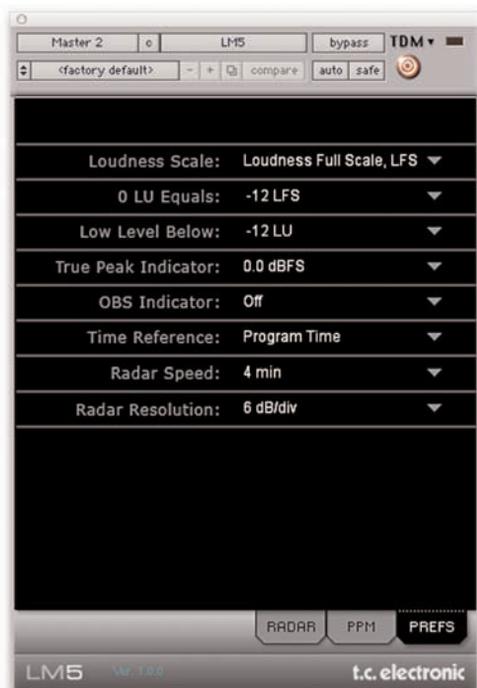


図 8 : LM5 初期設定ページ

初期設定はプリセットとして保存できるため、様々な環境に対応する設定を用意することができます。

Loudness Scale (ラウドネス・スケール) には「Loudness Units (ラウドネス・ユニット) = LU」と「Loudness Full Scale (ラウドネス・フルスケール) = LFS」の選択肢が用意されています。LM5 は BS.1770 のラウドネス・モデルを採用しているため、LFS は LKFS と同じ意味を持ちます。

LFS を選択すると、レーダー・ページの外周は図 3 の例に準じた値が適用されます。LU を選択すると、外周は LU の単位で表示されます。

「0 LU Equals (0 LU のレベル)」は、外周メーターの 12 時のラウドネスを設定します。これは、レーダー・ページにおけるグリーンとイエローの境界と同じです。0 LU は、目標とするレファレンスを指します。

「*Low Level Below* (ロー・レベル境界レベル)」は、外周メーターでグリーンとブルー表示の境界点となるレベルを指定します。エンジニアに、ノイズフロアを下回る可能性を知らせます。

「*True Peak Indicator* (トゥルー・ピーク・インジケータ)」はピーク・インジケータが点灯するレベルを指定します。

「*OBS Indicator* (OBS インジケータ)」は、OBS インジケータが点灯する条件を指定します。ウォーニングを表示したくない場合は、オフにします。

「*Time Reference* (タイム・レファレンス)」は、「*Actual Computer Time* (コンピュータ実時間)」と「*Program Time* (プログラム・タイム)」の二つの値で構成されます。前者を選択するとコンピュータの時計の設定に同期し、後者を選択すると計測が開始された時点(すなわちラン・ボタンが押された時)となります。タイム・レファレンスの設定を変更すると、メーター・ヒストリーはリセットされます。

「*Radar Speed* (レーダー速度)」はレーダーの周期を指定します。設定レンジは1分から24時間です。ヒストリーをリセットしない限りにおいて、セッティング間をズームできます。ストップかランを押す、またはTime Referenceの設定を変更すると、メーター・ヒストリーはリセットされます。

「*Radar Resolution* (レーダー解像度)」は各同心円間のレベルを指定します。設定レンジは3～12 dBです。ターゲットとなるプラットフォームが低DRTの場合は低い数値を選択します。ヒストリーをリセットしない限りにおいて、セッティングをズームできます。「X」ボタンを押す、またはTime Referenceの設定を変更すると、メーター・ヒストリーはリセットされます。

プリセット

ファクトリー・ディフォルトとして次のプリセットが用意されています。ファクトリー・プリセットは全て LFS スケールが選択されており、レーダーの周期は 4 分に設定されています。設定の変更はセッションに保存できます。



プリセットを変更する毎にレーダーをリセットする必要はありませんので、簡単にスケールやズーム等を切り替えることができます。

Broadcast HD - ブロードキャスト HD

0 LU Equals: -22 LFS
Low Level Below: -18 LU (-40 LFS 同等)
Radar Resolution: 6 dB / 分割線
True-peak Indicator: -6 dBFS

Broadcast SD - ブロードキャスト SD

0 LU Equals: -20 LFS
Low Level Below: -12 LU (-32 LFS 同等)
Radar Resolution: 6 dB / 分割線
True-peak Indicator: -6 dBFS

Film Mix - フィルム・ミックス

0 LU Equals: -24 LFS
Low Level Below: -24 LU (-48 LFS 同等)
Radar Resolution: 10 dB / 分割線
True-peak Indicator: -3 dBFS

Mastering Pop - マスタリング・ポップ

0 LU Equals: -12 LFS
Low Level Below: -12 LU (-24 LFS 同等)
Radar Resolution: 4 dB / 分割線
True-peak Indicator: 0 dBFS

Mastering Wide - マスタリング・ワイド

0 LU Equals: -20 LFS
Low Level Below: -24 LU (-44 LFS 同等)
Radar Resolution: 10 dB / 分割線
True-peak Indicator: 0 dBFS

Standard EBU - スタンダード EBU

0 LU Equals: -18 LFS
Low Level Below: -9 LU (-27 LFS 同等)
Radar Resolution: 4 dB / 分割線
True-peak Indicator: -6 dBFS

Standard NAB - スタンダード NAB

0 LU Equals: -20 LFS
Low Level Below: -9 LU (-29 LFS 同等)
Radar Resolution: 4 dB / 分割線
True-peak Indicator: -6 dBFS

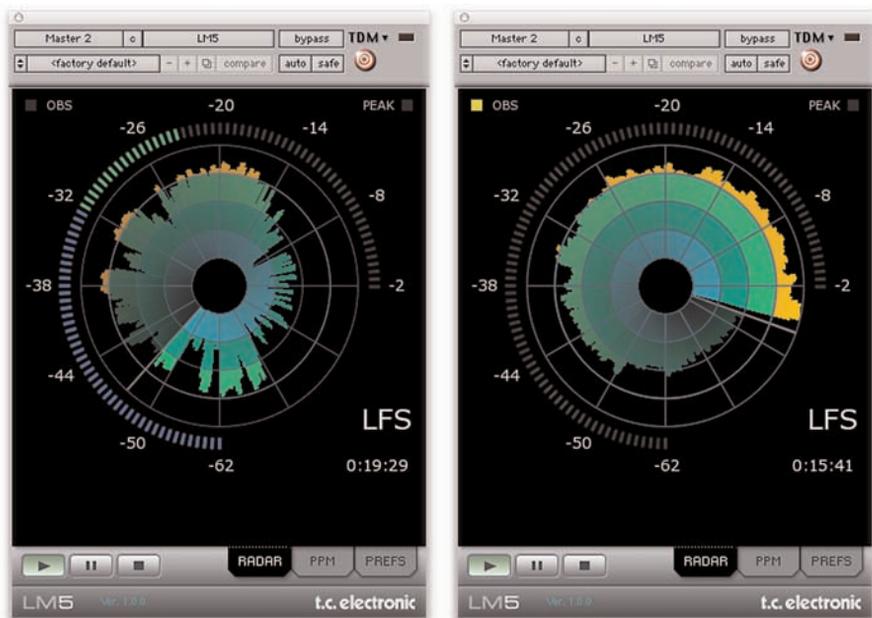


図9：左は5.1ムービー（マトリクス）、右はステレオのクラシック音楽（ボレロ）。周期12分、10dB／分割線の設定。

基礎情報：レベル対ラウドネス

ピーク・レベルを元にレベルをノーマライズすると、図1の通り、低ダイナミックレンジの素材が優位となります。CDでは、まさにこの傾向が顕著に表れました。

Quasi（疑似）ピーク・レベル・メーターでも同様の現象が見られます。ラウドネスに関する信頼性は望めず、ディストーションの回避にはヘッドルームを確保しておく必要が生じてしまいます。IEC 268-18メーターでは、通常8～9 dBものマージンが必要となります。

サンプル・ベースのメーターも多く使用されていますが、ラウドネスとの関連性はさらに希薄です。デジタル・ミキサーやDAWは通常最大サンプルの検知を行います、この指標はあまりにも不十分で、その弊害については過去10年のCD向けのミュージック・プロダクションが全てを物語っています。TCでは、数多くの技術文献で、サンプル・ベースのピーク・メーターを使用する場合はディストーションとリスナーの耳疲れを避けるには最低でも3 dBのヘッドルームが必要であることを立証しています。

標準的なレベル表示機器の内、VUメーターは唯一ピーク・レベルを表示しません。異なる時代の要求に応えるべく開発された方式でありながら、音声素材のセンター・オブ・グラビティ（重心）を示す面ではある意味で優位と言えます。残念ながら、VUメーターは聴感補正が行われておらず、またダイナミックレンジ特性の大きく異なる素材間を監視する目的には適しておりません。

ラウドネスは電気レベルとは異なり主観的指標であり、リスナーは SPL / 周波数特性 / 持続期間等の重要要素を異なる比率でウェイトリングします。客観的指標としてのラウドネスを確立するにあたっては、まずは BLV (Between Listener Variability - 試聴者間変動性) と WLW (Within Listener Variability - 同一試聴者内変動性) といった変動性が存在するのを受け入れた上で検討を行わなければなりません。

同じ被験者に対して同一のラウドネス試験を繰り返すと、日時や実施時の本人の気分等によって結果に WLW の差異が生じ、複数の被験者の間には、性別や文化・年齢等の要素によって BLV の差異が生じます。

これらの変動性による差異を考慮すると、意味を持つ包括的なラウドネス指標は、大規模な主観的基準のテストと統計が必要となることが自明です。モントルーの McGill 大学との共同研究で、TC エレクトロニックはラウドネス・モデルの研究と、既存の各種ラウドネス・モデルの評価を行ってまいりました。

この評価実験では、Quasi ピーク・メーターでさえも Leq (A) と Leq (M) よりも優秀な成績となり、A と M ウェイトリングの Leq は一般用途のラウドネス指標としては適さないとの結論が得られました。Leq (A) はスピーチのみに対しても良い選択肢とはなりえず、ミュージックや効果音での結果はさらに劣ります。一般家庭環境のリスニング・レベルに適した比較的単純な包括的計測アルゴリズムとしては Leq (RLB) が挙げられます。Dorrrough 等、ラウドネスとピーク・レベルの混合メーターもすでに存在しますが、今日では BS.1770 でこれらのパラメータを計測する標準的な方式が定められています。

2006 年、ITU-R Working Party 6J はラウドネスとピーク・レベルの計測方式の草案を提示し、この方式は後に正式な ITU 標準、BS.1770 として採用されました。BS.1770 の標準で採用されたラウドネスの計測方式は、その計測値を恣意的に「あざむく」ことができるという面でその頑健性が今なお議論的となっています。しかしながら、独立機関による研究結果で Leq (RLB) は幅広いプログラム素材に対して比較的高い精度が確保されていると評価されており、被験者テストによる検証実験でも優れた相関性が確認されています。BS.1770 の標準自体が改良の余地を明示している点からも、Leq (RLB) は正当な裏付けを持った基準線としてのラウドネス指標であると言えるでしょう。

BS.1770 の最終版にはマルチチャンネルの附録が追加されました。ウェイトリング方式は、現在では K ウェイトリングとも呼ばれる R2LB フィルターに改訂され、チャンネル・ウェイトリングの方式も定義されました。この二つの追加内容に関しては、基本的な Leq (RLB) の周波数ウェイトリング程は、有効性が立証されていません。

BS.1770 のもう一つの要素であるトゥルー・ピーク計測のアルゴリズムは確実な裏付けがなされています。表示のばらつきや予測のつかないオーバーロード、データ圧縮やコンバージョン時のディストーション等は既知の現象であり、AES SC-02-01 との連携を通じて、BS.1770 にはオーバーサンプル・トゥルー・ピークの計測方式が定義されています。

結論として、BS.1770 は、今日使用されている単純化されたサンプル・ピーク方式やピークとラウドネスを混合した疑似ピーク方式とは一線を画す、ラウドネスとピーク・レベルの仕様を個別に定める有意義な規格であると言えます。LM5 のラウドネスとピーク・レベル計測エンジンは BS.1770 に完全準拠しています。今後 ITU 標準が更新された場合、LM5 は標準への準拠が機器の処理能力を超えない範囲においてアップデートされる可能性があります。

TC ではラウドネス計測 / ラウドネス・モデルの評価 / トゥルー・ピーク検知 / 0dBFS+ 信号の影響等などについての技術文献を AES / SMPTE / NAB / DAFX 学会等にて発表しており、これらの多くは TC ウェブサイトで配布されています。詳細は www.tcelectronic.com/techlibrary.asp をご参照ください。

基礎情報：ITU-R BS.1770

ITU-R BS.1770 は、ロングターム（長期）ラウドネスとトゥルー・ピーク・レベルの計測方法を定めた標準です。LM5 は両方のパラメータを表示し、さらに矛盾なく長期ラウドネスを時間軸上に分解して瞬間的ラウドネスとラウドネス・ヒストリーの表示を行います。

図 10 は、BS.1770 のラウドネス検知部分のブロック・ダイアグラムです。チャンネルのサミング方式（means square）は、物理的なスピーカーのサミングをある程度模写しています。そのため、BS.1770 はモノラル/ステレオ/5.1 と入力フォーマットを問わずに、意味のあるラウドネスの表示を行います。

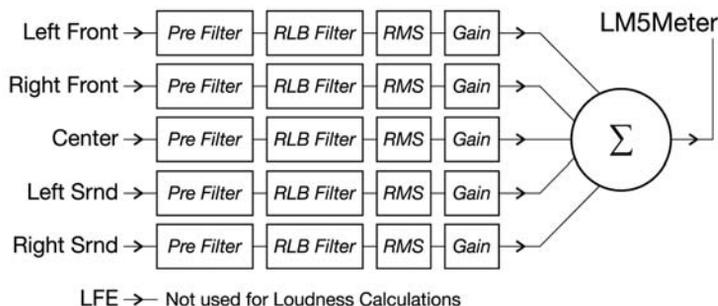


図 10：ITU-R BS.1770 ラウドネス計測ブロック・ダイアグラム。オリジナルのRLBフィルターの前にフィルターが追加され、LFEコンポーネントが破棄されているのが確認できます。

3つのフロント・チャンネル（L/C/R）は同一のチャンネル・ウェイトिंगがなされています。サラウンド・チャンネルに対しては感度が1.5 dB上がっています。そのため、サラウンド・チャンネルの信号の表示は、同じ信号をフロント・チャンネルで再生した場合に比べて1.5 dB高くなります。BS.1770のラウドネス計測は、LFEチャンネルを完全に無視します。

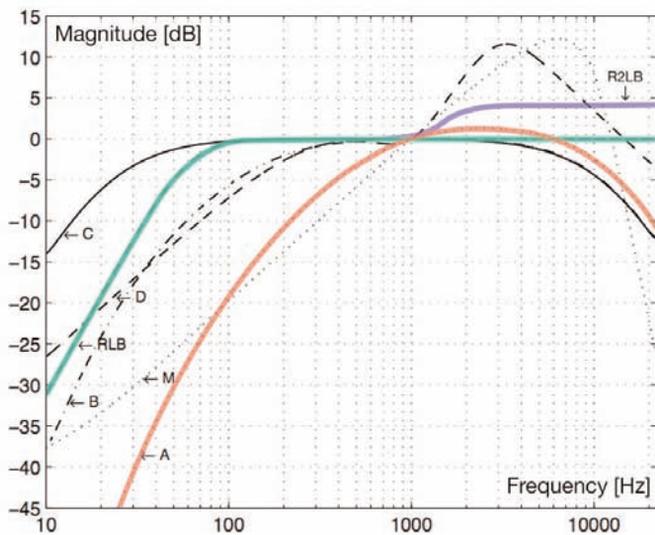


図 11 : 各種 Leq の周波数ウェイトニング。

赤 : A ウェイトニング

緑 : RLB ウェイトニング

青 : R2LB ウェイトニング (別名 K ウェイトニング)

図 11 は、BS.1770 のラウドネス検知部分の周波数ウェイトニングを示します。周波数ウェイトニングがなされているため、キャリブレーション用のスイープ・トーンを再生した場合に計測値は固定しない点にご注意ください。

メーターのキャリブレーション

周波数とチャンネル間のウェイトイング、そしてチャンネルのサミング方式により、メーターのキャリブレーションを行うには入力チャンネルごとに特定のトーンが必要となります。

最も再現性の高い結果を得るには、1 kHzのサイン・トーンを使用します。他の周波数や波形（矩形波、ノイズ等）を使用することもできますが、同一の結果は期待できません。計測方式がRMSをベースにしていることに起因する技術的な優位性を考慮すると、この点は誤差ではなく機能の一部としてとらえるべきでしょう。メリットとしては、ホットすぎるCDやコマースシャルを検知できることや、同相と逆相の信号を区別できる点が挙げられます。

周期がサンプルレートと非同期である0 dBFSのデジタル・ピークを持ったサイン波が0 dBFSのトーンとみなされる一般的なデジタル・ピーク・レベルの計測方式と比較した場合、BS.1770とLM5の出力は次の通りとなります。

フロント・チャンネル1つに対する-20 dBFSの1 kHzサイン・トーン：-23.0 LFS

フロント・チャンネル2つに対する-20 dBFSの1 kHzサイン・トーン：-20.0 LFS

5.1全チャンネルに対する-20 dBFSの1 kHzサイン・トーン：-15.4 LFS

キャリブレーション・トーンを再生した際のレーダー表示例は図4をご参照ください。

ディスプレイ

LM5では、LU（Loudness Units - ラウドネス・ユニット [単位]）とLFS（Loudness Full Scale - ラウドネス・フルスケール）の計測単位を選択できます。LUとLFSは共にdBを単位としており、BS.1770に定められた基準ラウドネス（LU）と最大ラウドネス（LFS）に到達するまでに必要なゲイン・オフセット量を表示します。執筆時（2008年2月）には共通のLU基準値が定められていないため、LUという単位を曖昧に使用しない意味からも現時点ではLFS（または「LKFS」、すなわちBS.1770に定められたLeq(R2LB)ウェイトイング）を使用する方が良いかもしれません。

あらゆるラウドネス・メーターの実用上の効果は、メーターが使用するラウドネス計測アルゴリズムのみならず、ディスプレイのダイナミックな反応特性と表示方法に大きく影響されます。短期ラウドネス・メーターには、上記に加えて、計測アルゴリズムが異なる検知ウィンドウ（リアルタイムのランニング表示には200～800 ms、等）を元に意味のあるラウドネス情報を出力する能力も必要とされます。ウィンドウ幅の適正值については、研究によって違う結論が出されています。これは、ランニング・ディスプレイの目的自体が同一でないことが原因と言えるかもしれません。

視覚化システムの形態的な評価は、表示の評価基準自体を定義しなければならないという面からも、困難を伴います。聴こえた音と、視覚化された出力の相関性は一つのパラメータでしょう。メーターを確実に読み取るのに要する時間も一つのパラメータといえるかもしれません。LM5では、計測された短期・中期・長期ラウドネス値が全て連動しており、その表示に関しては開発とテストでオペレータに好まれた角度とレーダーを組み合わせた独自の方式で行っています。ラウドネスを視覚化する表示の方式と形態に関しては、今後の改良のためにもご意見をお聴かせいただきたいと思います。

追記

ラウドネスの制御は、オーディオの分野において行政の領域に関わる唯一の議題です。ヨーロッパでは PA システムによる聴覚障害を防ぐための法令が制定される動きがあり、オーストラリアも追随するかもしれません。

TC では長年に渡りダイアログに限らない全ての種類の音声プログラムに対するラウドネスの研究を行っており、リアルタイムのラウドネス測定と制御の分野において世界中で先駆的な技術を有する企業として認識されるに至りました。今日、TC は日本・米国・ヨーロッパ等世界の様々な地域におけるラウドネスの標準化に向けた検討や協議に積極的に参加しています。

放送のデジタル化に伴って、世界中でチャンネルやプラットフォームの数は増加の一途をたどっています。視聴者の数は変わらないため、音声サイドでは、専門家いらずで完成品を仕立て上げられる明確なデリバリーの仕様が必要とされています。プログラムによって、オーディオの最終的な調節を行うのはジャーナリストやミュージシャン、ビデオ・エディター、マーケティングのプロフェッショナルなどとなるかもしれないのです。

デジタル放送でダイアログ・ベースのオーディオ測定方式のみを使うことは、曖昧なレベル管理やプログラム間のレベル・ジャンプの増加、そして音声プロダクションに要する作業時間の全体的な増加を招いています。デジタル TV の世界においては、ダイアログ以外のレベル・ジャンプは混沌ともいえる大問題となっており、LM5 はそういった問題を抱えた現状を正す支援ができるものと考えています。LM5 ラウドネス・メーターは、Dolby AC3 ベースのトランスミッションのみならず、アナログ TV やモバイル放送・IPTV などのプラットフォームにおいてもレベルのコントロールによる音声の質の向上を支援します。

総括すると、LM5 は、プロダクションまたはライブ・エンジニアからはじまるユニバーサルで包括的なラウドネス・コントロールというアプローチに重要な役割を果たします。作業のはじめの段階からエンジニアが使用できるダイナミック・レンジを意識して作業を行うことにより、その先、最終的なディストリビューションに至るまでの各段階における処理の負担が軽減されるのです。最終段階では、上流で行われた全ての作業の品質管理という意味を含め、ロギングを目的に同じラウドネス係数の処理を施すこととなります。これこそが、ジャンルやフォーマットを問わずに世界の地域差さえも乗り越えた、オーディオのレベリングにおける標準化された新しい世界です。

プリセット管理

LM5 と LM5D は、標準的な Pro Tools のプリセット管理方法を採用しています。