

WEISS

DIGITAL SIGNAL PROSESSING ALGORITHMS

解説【8つのWEISS DSP アルゴリズムについて】



DMM VINYL EMULATION EQUALIZER 3D AUDIO XTC ROOM EQ DYNAMICS ADAPTION DE-ESSING Schewe Loudness EQ HRTF HEADPHONE

1. Vinyl (ヴァイナル・エミュレーション)	2
2. The EQ (パラメトリック・イコライザ)	3
3. XTC (クロストーク・キャンセリング)	6
4. Room EQ (ルーム・イコライザ)	8
5. Dynamic Adaption (ダイナミック・アダプション)	9
6. De-Esser (ディ・エッサー)	12
7. Crossfeed HP (クロスフィードHP)	16
8. Loudness Control (ラウドネス・コントロール)	16

解説 【8つの WEISS DSP アルゴリズムについて】

DSP 1 ・Vinyl (ヴァイナル・エミュレーション)とは

アナログレコードの再生音質は、しばしばデジタル音源の再生より優れていると言われます。しかし実際のアナログレコード再生の「技術的クオリティ」は、ちゃんとしたデジタル再生と比較すれば実際のところ劣る部分が多いです。にもかかわらず多くのリスナーは、アナログレコードの再生時に音楽に与える特定の「変化、傾向」のようなものを好む傾向にあります。これをデジタル音源で再現するDSPが **Vinyl** (ヴァイナル・エミュレーション)です。

レコードプレーヤの再生システムは、音に寄与する変数が多い、かなり複雑な機械的なシステムです。このようなシステムをデジタル領域でエミュレート(本質的に再現)したい場合、最も重要なメカニズムが何かを分析し特定する必要があります。それに関連するサブシステムとパラメータは次のとおりたくさんあります。

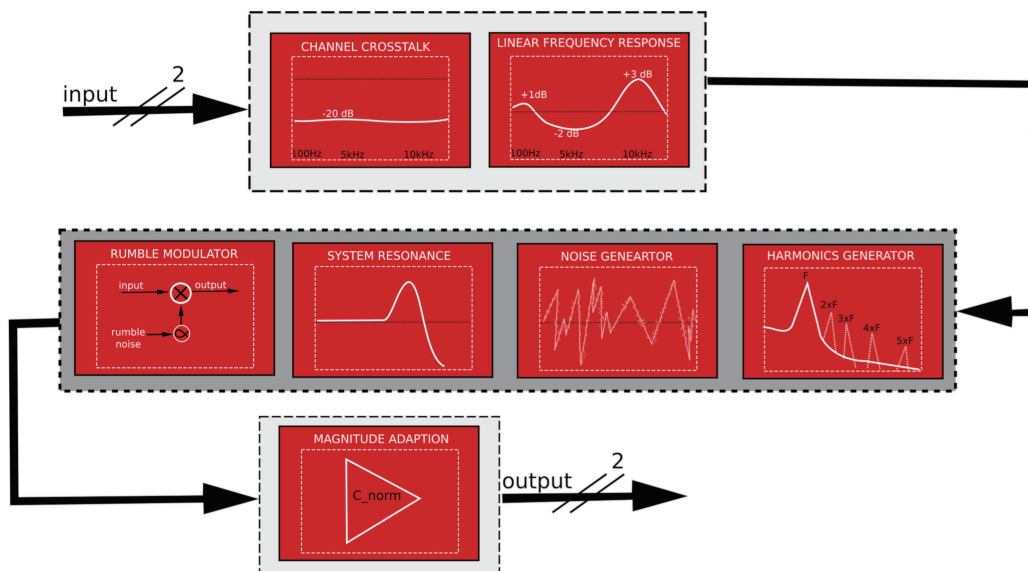
- ターンテーブルのプラッタを動かすモータ
- カートリッジの針の形状
- レコードの溝形状
- 再生速度
- トーンアームの位置
- ピックアップ、トーン、ベアリングなど様々な機械部品の剛性や質量
- ピックアップの機械的 - 電氣的伝達関数
- レコードに対する針の角度
- カートリッジの針圧
- アームのスケーティングによる影響

レコードプレーヤの音質をエミュレートするアプローチの1つとして、伝達係数を完全にするためにそれらの機械／電気部品を1つずつシミュレートする方法があります。これはある程度は可能ですが、実装するにはかなり複雑であり、その影響が他のすべてのエフェクトから分離されて得られるように部品を個々に測定することもかなり複雑です。それよりもこれらのサブシステムによって引き起こされるさまざまな効果を合成する方が簡単で効果的です。

その効果的な要素は主に次のとおりです。

- 特定の周波数の応答
- 特定の歪みパターン
- 特定の共振周波数
- さまざまな周波数での特定のノイズ
- 左右チャンネル間の特定のクロストーク
- RIAAによる強調に起因する特定の効果
- 特定の振幅変調効果

実際には下記のような一連のエミュレーション処理のプロセスを実装しました。



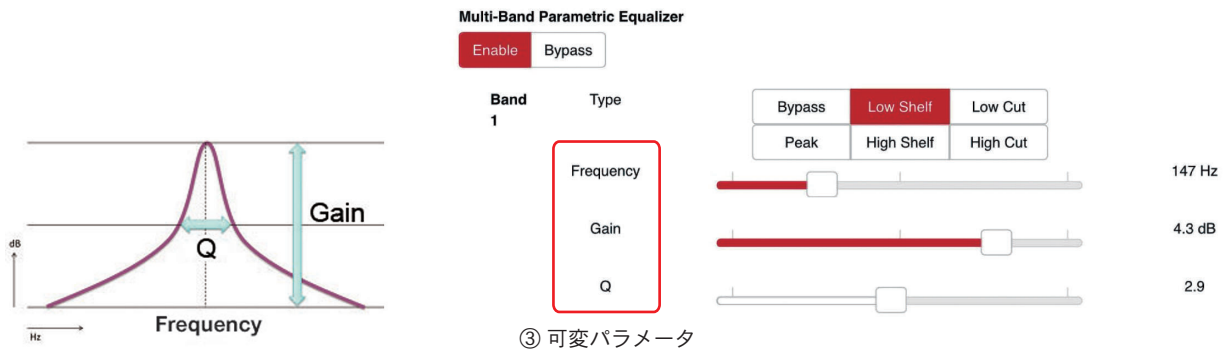
もちろんこれらの処理ブロックには他にも多くのパラメータが含まれています。しかし開発に際しては「vinylization」の量をコントロールするためのパラメータを一つにすることが目標でした。この単一のパラメータは、一度にいくつかの処理ブロックパラメータに影響を与え、驚くほど良好なエミュレーションの結果が得られ、非常に効果的で便利な機能となりました。

なおこの **Vinyl** の開発にあたってはドイツのStockfisch-Recordsの**DMM (Direct Metal Master Cut) CD**制作の技術の協力が欠かせない訳にはいきません。この技術はLPレコードの制作に使用されるだけではありません。音楽信号を特殊な金属素材のメタルマスターでアナログ信号を取り込んだ後、フォノグラフでそれを読み取りWEISSのADCでデジタル音楽信号に変換してCDにします。Stockfisch-Recordsでの2年間の研究開発の成果と、長年にわたる協力のおかげで **Vinyl** は完成いたしました。



DSP 2・パラメトリック・イコライザの設定パラメータについて

EQを使用する際に操作する可変モードごとのパラメータ(下図③参照)は3種類あります。



Frequency

周波数を意味します。この場合は下図・左の周波数カーブがピークになる周波数のことを指します。基本的には周波数カーブの中心でピークになるので、中心周波数とも呼ばれます。このパラメータの設定を補正したい音に合わせることで補正できるようになります。

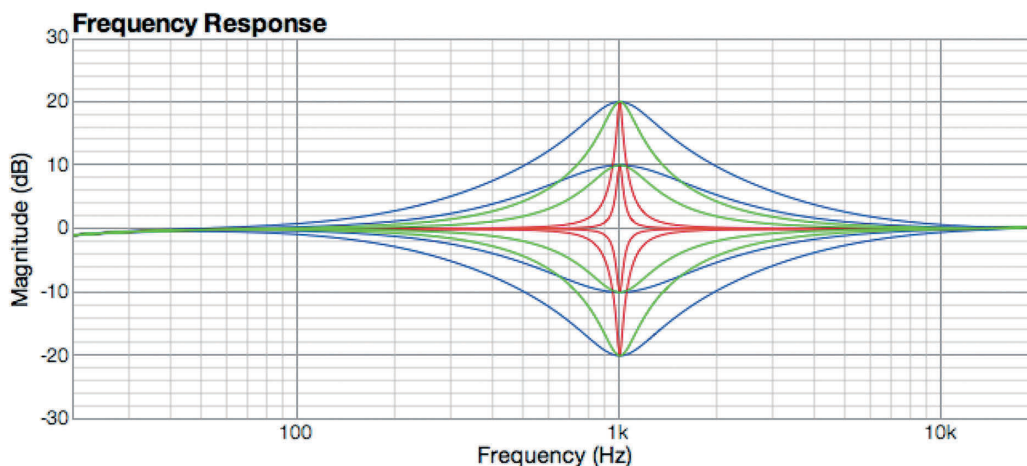
Gain

周波数カーブの高さ、つまり補正量を設定するパラメータです。

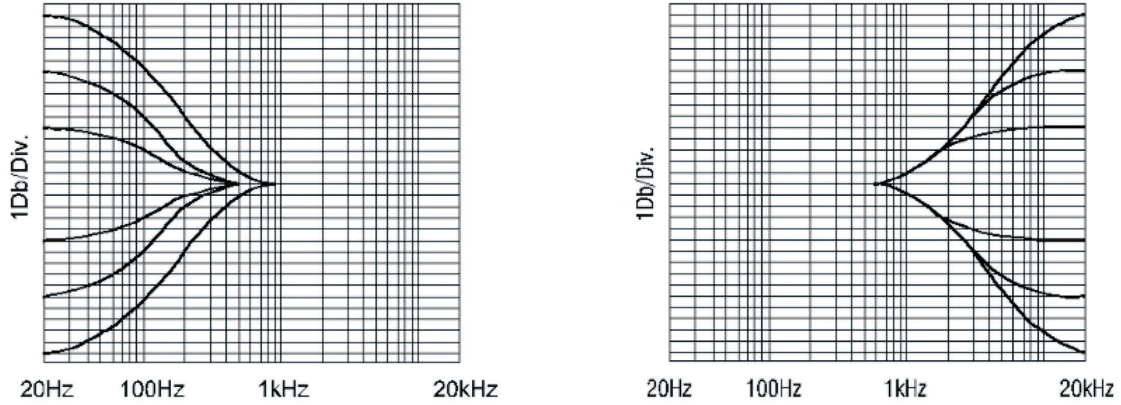
Q

Qは周波数カーブがピークに対して半分の値になる時の周波数特性カーブの幅を指します。Band Width(帯域幅)とも言われます。Qが大きいほど、広い周波数帯域に対して補正をかけることができ、Qが小さいほど周波数特性カーブはシャープになり、より狭い周波数帯域の音の補正ができるようになります。

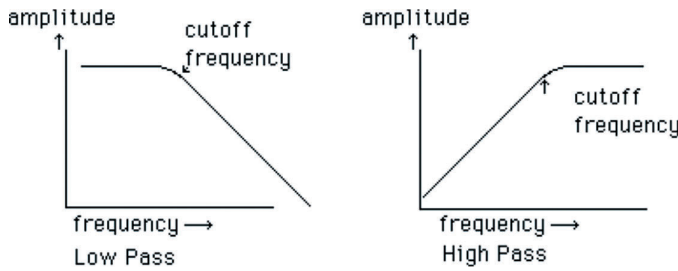
以下はQパラメータ(帯域幅)とブースト/カットパラメータのさまざまな設定を含むピーキングフィルタです。この例では、フィルタの周波数は1kHzに設定されています。



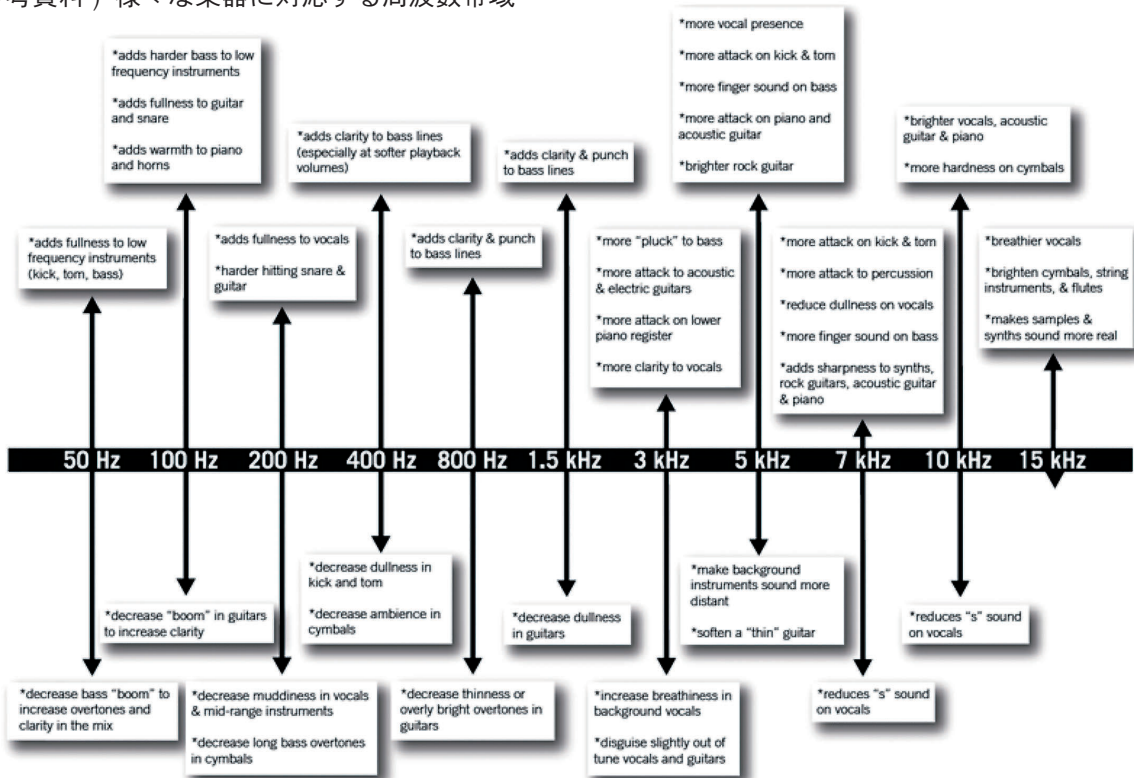
以下はローシェルフとハイシェルフ・フィルタです。ブースト/カットのさまざまな設定が可能です。



下はハイカットフィルタ（ローパスフィルタ）とローカットフィルタ（ハイパスフィルタ）です。

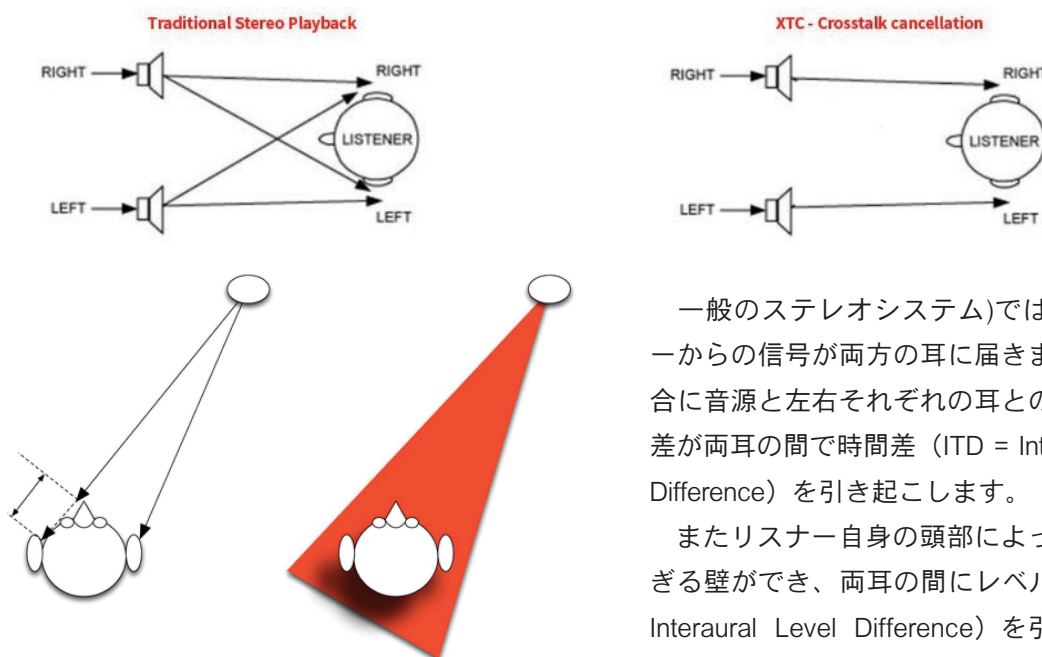


参考資料) 様々な楽器に対応する周波数帯域



DSP 3・XTC (クロストーク・キャンセリング)とは

XTCは、左スピーカーと右耳との間、および右スピーカーと左耳との間のクロストークを低減することを可能にする特別な種類のフィルタリングです。



ITD = 左右の時間差 ILD = 左右のレベル差

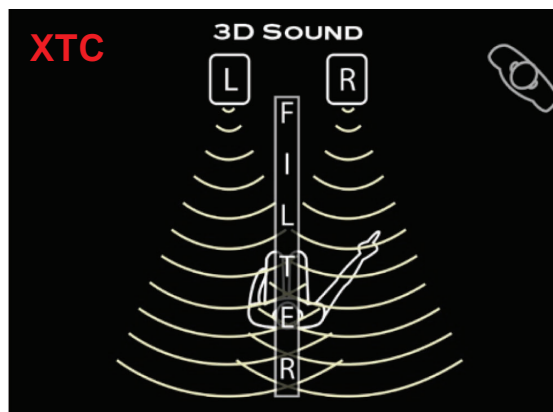
一般のステレオシステム)では、スピーカーからの信号が両方の耳に届きます。その場合に音源と左右それぞれの耳との間の距離の差が両耳の間で時間差 (ITD = Interaural Time Difference) を引き起こします。

またリスナー自身の頭部によって音をさえる壁ができ、両耳の間にレベル差 (ILD = Interaural Level Difference) を引き起こします。これがクロストークの原因なのですが、クロストークを減らすXTCを使用すると、

スピーカーへの信号経路に挿入されるデジタル・フィルタによりその干渉から解放され、リスナーはライブのようなリスニング体験を得ることができます。サウンドステージはスピーカーを超えて拡張され、録音によっては音場は3次元にもなります。

XTCによる再生で得られる主な印象は次のとおりです。

- 大きなステレオステージ (左右のスピーカー間のスペースよりもはるかに広い)
- 深み感、すなわち3-Dのような音場感
- 非常にリアルな録音場所での音響空間の再生
- ステージ上に明確に位置する楽器の存在感



XTCによる再生は、次のような音源に適しています。

- ダミーヘッド・レコーディング（バイノーラル録音）
- ライブ録音
- スタンダードなスタジオ・レコーディング

XTCによる再生に最も適した録音は、右の写真のようなダミーヘッド（バイノーラル録音）で作成されたもので、ライブ録音の音源も非常に適しています。ダミーヘッドは、耳にマイクを持つ人間の頭部のプラスチックモデルです。このヘッドは、コンサートホールでは演奏を2チャンネル・ステレオで記録するために配置されています。ところでバイノーラル技術には長い歴史があります。数十年前、ダミーヘッドマイクを使用して多くのライブ、またはラジオのドラマ録音が行われました。



このヘッドには耳に内蔵されたマイクロホンがあり、リスナーが聞くのと同様の方法で録音することができます。つまり2つの録音されたチャンネルを、左チャンネルはリスナーの左耳にのみ、右チャンネルは右耳に届けようという考えです。そのため左から右へ、または右から左へのクロストークがあってはなりません。

このような設定で録音された音源の再生は、信じられないほどリアルなレコーディングされたライブ感を再現することができます。ヘッドフォンによる再生はクロストークなしで耳に信号を送信することができます。ただしヘッドフォンによる再生には頭内定位などの問題があり、ダミーヘッドで録音された音源の再生はしばしば不満足なものになっていました。

しかしスピーカー経由で録音を再生することができれば、ヘッドフォン関連の問題はなくなります。そこで開発されたのがこの**XTC**（クロストークキャンセル）アルゴリズムです。巧妙な信号処理により録音会場の音響は3Dで再現され、楽器はステージ上に立体的に配置されます。スタジオ録音でさえ、**XTC**ベースの再生システムでなら立体感を強化することができます（**XTC**の開発はスイスIllusonic社と協力して行っています）。

補記

※定在波チェック用の正弦波の再生中に、音量が下がることに気付かれる場合があります。これはスピーカーから再生された正弦波が部屋の壁から反射された正弦波で打ち消され減算している状態で、正常なものです。増幅された音の波は**Room EQ**で抑えようとしているものですが、減算されたもの、つまり音圧の低下は**Room EQ**で補正することはできません。それらの減少を元のレベルに持ち上げようとしてください。レベルを上げようとする**Room EQ**やスピーカーへの負荷が大きくなり、場合によっては故障の原因となります。

DSP 4・Room EQ (ルーム・イコライザ)とは

Room EQ はリスニングルームの音響特性を調整するために使用します。通常、部屋の音響特性を高めるためには、吸収材や拡散材を壁、床、および室内の天井に設置することでコンディションを整えます。しかし一般的な居住環境では、部屋の外見を変えたくないのもので、そのような処置は難しい場合が多いでしょう。そういった場合には**Room EQ**が便利で有効です。

Room EQ の目指すところは部屋が共鳴する固有の低周波数である定在波を調整することです。定在波が現れる周波数は、部屋の幾何学的形状に依存します。部屋の幾何学的形状および部屋の音響特性に応じて、モードの周波数の数はかなり大きくなり得ます。さらに実際に問題を引き起こす定在波は、スピーカーの配置、スピーカーの放射パターン、およびリスニングポジションによって異なります。したがって部屋のイコライザベースの処置はかなり複雑になり得ます。

その問題解決のための1つのアプローチが、定在波を起こす可能性のある周波数を見つけることです。その周波数を特定することができれば、**Room EQ**である程度抑えることができます。

Room EQのシンプルなセットアップ手順では、正弦波のオーディオファイル (200Hz~20Hz) を使用して、スピーカーのセットアップで再生します。再生中に正弦波の音量が最大になる時間、つまりいわゆるルームモードが現れる時間を書き留めます。この方法で正弦波の周波数を決定することができます。したがって定在波を減衰させるために**Room EQ**でその帯域を設定することができます。

DSP 5 ・ Dynamic Adaption (ダイナミック ・ アダプション) とは

アルゴリズムの概要

下の図は「Dynamics Adaption」によるラウドネス・ノーマライゼーション、つまり複数の異なるダイナミクスを持った音源を再生しても聴覚上均一にするというDSPのアルゴリズムを、簡略ブロック図として示したものです。このDSPは4つのメイン処理ブロックで構成されています。



最初のブロックである「SUPER FAST LOUDNESS MEASUREMENT (超高速ラウドネス測定)」では、信号のラウドネス波形を非常に短い時間で評価測定する特別な方法が採用されています。ちなみに「ラウドネス」とは「人間が感じる音の大きさ」を意味し、その人間の聴覚システムの特性に関しては、もちろんInternational Telecommunication Union (国際電気通信連合) によるBS1770の推奨に関するラウドネス測定法が組み込まれています。

いくつかの信号処理ツールを使用することで、この測定値はラウドネス・ノーマライゼーションに適したものになります。そのため非常に迅速にノーマライゼーションできるだけでなく、オーディオ情報にとって重要な動的情報内容を保持することができます。

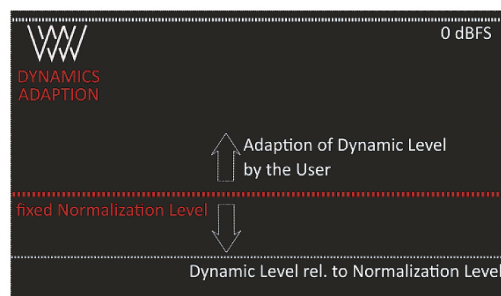
第2のブロック (Clever-Mean-Evaluation with Time Sensitive Interpolation = 時間軸に対して敏感な補間を伴う平均化アルゴリズム) はシステム全体の中で最も重要な部分です。このブロックは測定されたラウドネス波形を第3ブロックで使用するために必要な、さまざまなプロセスの大部分の役割を果たします。第3のブロックではノーマライゼーション・ゲインが決定されます。このブロックには特別な種類のノイズゲートが使用されています。最後のブロックではオーディオ信号を調整し、出力が聴覚上一定になるようにします。

Dynamic Levelの設定

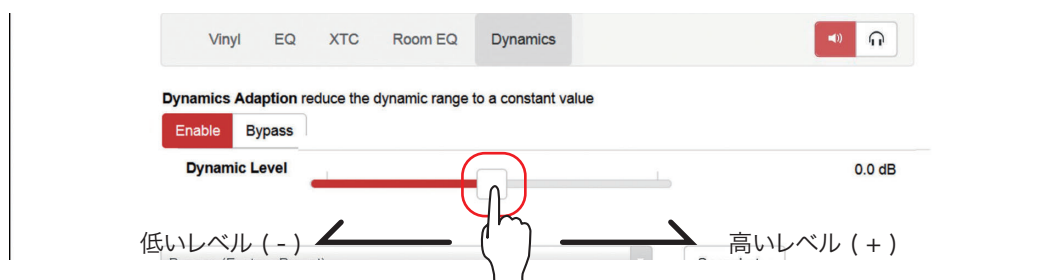
Webインターフェイス上で「Dynamic Level」を調節することにより、ラウドネスがオーディオ信号へ与える影響の度合いを調整することができます。このDSPプラグインがオーディオ信号にどのように影響するかを理解すれば、適正に使用できることでしょう。

レベルの定義には Dynamic (動的) レベルと Normalization (均一化) レベルの2つの主なレベルがあります。右の図では

その二つのレベルが表示されています。ノーマライゼーション(均一化)レベルは適切な全体的な最大出力レベルを保持するために使用されているので、固定されており調整はできません (グラフ中央付近の赤い破線)。

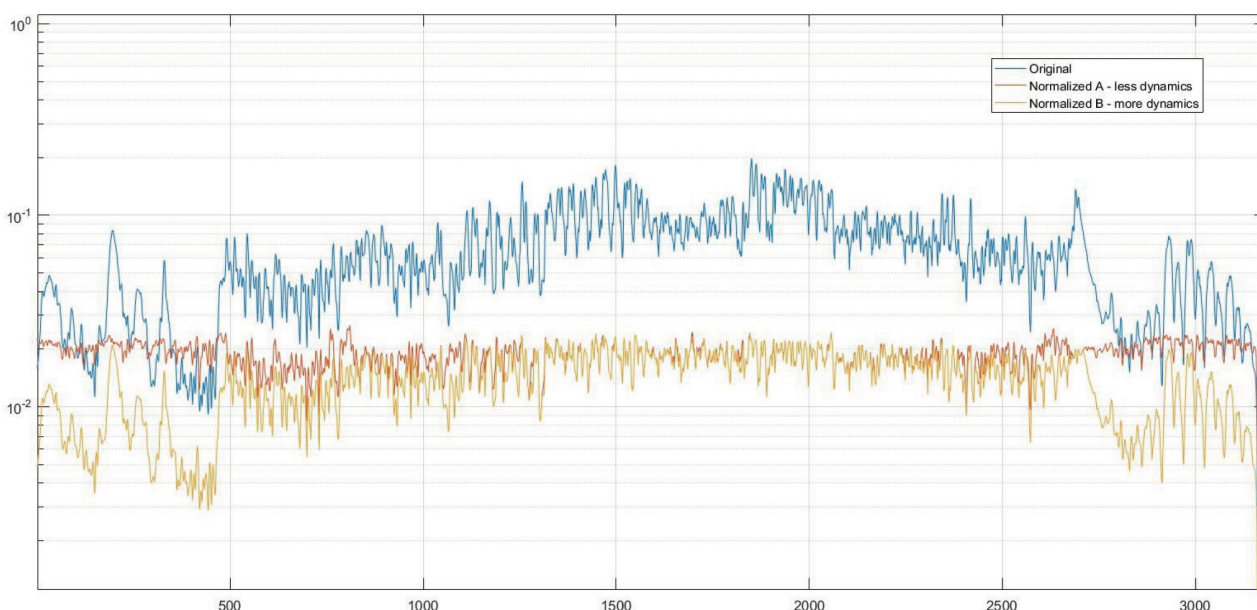


「Dynamic Level」を変更すると、音源の動的情報内容が変更されます。ですので再生中により大きなダイナミクスを維持したいのであれば、「Dynamic Level」をプラスの方向に設定してください。このレベルが高いほど出力のダイナミクスの幅はより大きくなります。反対にこのレベルが低い（マイナス方向）ほどダイナミクスの幅は狭くなり、元のオーディオのかなりの部分が増幅されて、聴感上の音量ピークがより均一化（平坦化）されます。



要約すると「Dynamic Level」を非常に低く設定した場合は、再生音全体が自ずと大きくなります。これは大切なことですが「Dynamics Adaption」の効果は再生する音楽の内容に大きく関わります。例えばオーケストラの録音のように非常に幅広いダイナミクスを持っている音楽も有れば、他方ではダイナミックレンジがすでに非常に圧縮されているような音楽もあります。したがって「Dynamics Adaption」の効果は、同じ設定をしてもさまざまな種類の音楽によって異なるように聞こえることは明らかですし、音量変化のスピードにも影響します。さらに、音楽のスペクトル内容も最終的にどのように出力されるかに影響します。これは優れた音響とダイナミックレンジのフルオート・コントロールの両立ということの大きな課題を示していると言えるでしょう。

最後に「Dynamics Adaption」の機能の理解を深めるための測定画像をご紹介します。



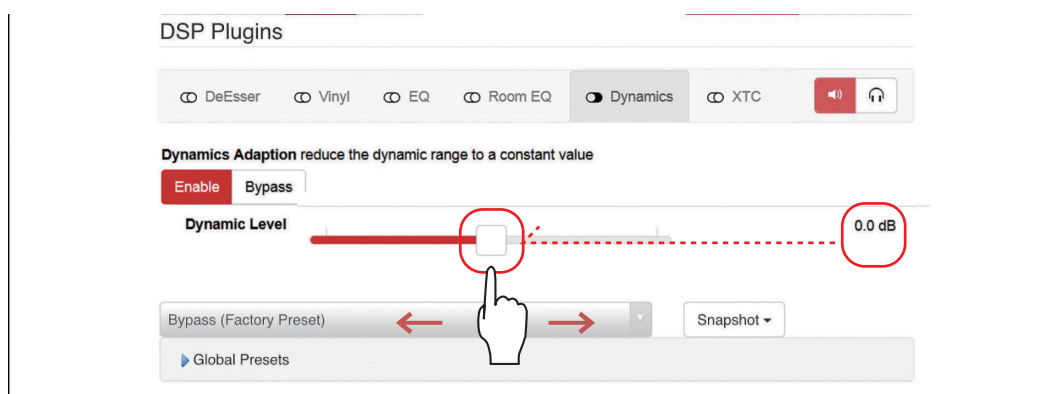
左ページ下のグラフでは、ピンクフロイドの "Wish you where here" という曲の3種類のラウドネスの測定値を表しています。青い曲線は元のオーディオ信号のラウドネスを示します。黄色は「Dynamic Level」を(+)方向に設定しダイナミクスを大きく取ったもの、赤のグラフは(-)方向に設定してダイナミクスを小さくノーマライズされたものです。ご覧のように黄色のものにはまだ元の音源の多くのダイナミック・レベルが含まれています。それとは対照的に赤い曲線のダイナミクスは非常に限られた幅の範囲内であり、ラウドネス(音量)はほぼ一定です。

両方の曲線の最大のラウドネス・レベルは同じですが、その最初と最後の部分には2つのノーマライズされた信号の動的な内容の違いを見ることができます。つまり「Dynamics Adaption」の出力のダイナミックレンジの幅はその設定レベルに依存していることがわかります。ですから「Dynamic Level」を調整するときは、プレイリストに関するこの設定レベルとダイナミクスの関係を念頭に置いてください。

たとえば、再生中に突然大きな音がするようなことは避けたいが、ダイナミックレンジは保つことが望まれる場合など「Dynamic Level」を0dB以上にしてください。

反対にもしプレイリストにさまざまな音源があり、しかもそれぞれのラウドネスのレベルが異なる場合には、必要に応じて「Dynamic Level」をより低く設定してください。この設定レベルが低いほどレンジの幅が制限されます。

推奨する「Dynamic Level」のデフォルトの推奨値は0dBで、この設定は他のDSPプラグイン機能と併用する場合に最適ですので、このDSPを使用する場合には0dBの設定から開始することをお勧めします。反対に「Dynamic Level」を非常に低い設定値にすると、音源が不自然に聞こえるので、その設定にご注意ください。



DSP 6 ・ De-Esser (デイ ・ エッサー) とは

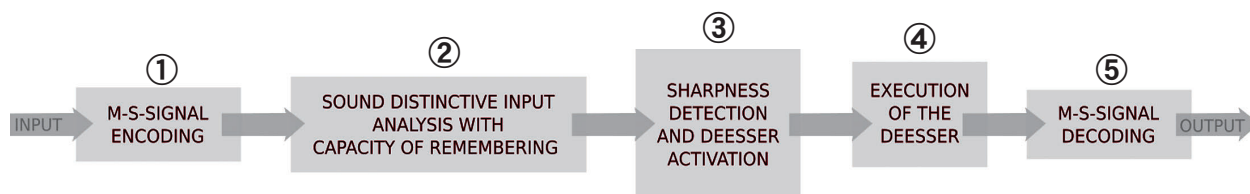
アルゴリズムの概要

シャープネスの高い音というのは、特にボーカルを歌う際の “S” または “T” の子音に含まれる自然な成分です。これはそのような子音に必要な音声的な特徴であり、人間の耳がその子音を識別するのに役立っています。もちろんボーカル以外にも、多くの楽器の特徴的なサウンドにシャープさが含まれています。たとえばドラムセットのハイハットは、そのシャープな音ゆえにはっきりと認識されます。

音響心理学では、シャープネス(鋭さ)は特別な音色であると説明されています。また周波数特性を見することで、シャープな音を他の音と区別することができます。その信号エネルギーの主要部分は高周波数範囲にあります。特定の周波数が優勢になりすぎて、人間の耳に非常に不快に聞こえたり、有害になったりする場合があります。これはさまざまな状況で発生する可能性があります。たとえば再生環境が不適切な場合、さらにはレコーディングやマスタリング中にも音楽にシャープネスが強調される結果になる場合もあります。

このようなシャープネスが高すぎる不快な音を軽減するために、WEISSではDSPアルゴリズムの **De-Esser** を開発しました。状態に応じて対応する2種類のモードが用意されており、全体的なシャープネスをどの程度維持するかを選択することができます。そのため **De-Esser** を使用することで再生の鮮明さに関してリスナーそれぞれの希望するサウンドを作成することができます。

以下に **De-Esser** のアルゴリズムのブロック図を示します。アルゴリズムには 5 つの主要な部分があります。



De-Esser プラグインのブロック図

① M-S-SIGNAL ENCODING / DECODING

シャープネスの高い音は音声情報の中間信号に集中します。**De-Esser** はミッド・シグナルのみを処理し、サイド・シグナルはそのままにします。このアイデアはいわゆる「M/S ステレオ処理方式」の考えに基づいています。

「M/S ステレオ処理方式」のM/SのMはMid (中央) を意味し、SはSide (側面) を意味します。音源に対して正面の音と側面の音を収録し、その収録した2種類の音素材を基にLRのステレオ信号を合成していく方式のことです。つまり中央の信号は左チャンネルと右チャンネルの合計です。

このアイデアを実現するためにM/S エンコーディングとデコーディングが **De-Esser** の一連プロセスの最初と最後に配置されていることが、上のブロック図からも見てとれます。

② SOUND DISTINCTIVE INPUT ANALYSIS WITH CAPACITY OF REMEMBERING

2番目のブロックではサウンドの特徴的な傾向を分析します。このブロックによって **De-Esser** は耳障りなシャープネスを制限するために重要な信号周波数成分の特定の変換を認識できるようになります。この分析のための測定は、前述の **Dynamics adoption** の導入セクションと同様に非常に高速です。ただしオーディオのゆっくりと変化する動作を評価するために全体像がキャプチャされます。これはこのブロックに記憶能力を実装することによって保証されます。

③ SHARPNESS DETECTION AND DEESSER ACTIVATION

2番目のブロックによって生成された情報は、3番目のブロックで使用されます。ここで **De-Esser** を有効にするかどうかが決まります。この決定は、現在の周波数成分の評価 (シャープネス検出) に基づいており、結果はオーディオのシャープネスがどの程度高いかを示します。シャープネスが特定の制限を超えると **De-Esser** がアクティブになります。

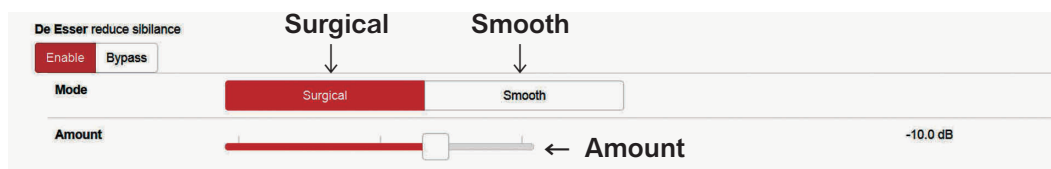
④ EXECUTION OF THE DEESSER

De-Esser を実行するには適切な **De-Esser** ゲインが必要です。このゲインの形状は、現在の信号の臨界高周波数に一致させるために計算されます。これは4番目のブロックで行われます。ここでは特定のゲインが **De-Esser** 帯域に適用されます。この **De-Esser** の対象帯域は中間信号の一部で、ここにはシャープネスを引き起こす重要な周波数範囲が含まれています。

⑤ M-S-SIGNAL DECORING

最後にM/S信号をデコードし **De-Esser** された出力ストリームを受信します。**De-Esser** のアルゴリズムは受信した情報を非常に高速に分析して、処理が反映される遅延を短くすると共に、オーディオストリームの長期的な作動に対して慎重に処理します。

このように **De-Esser** では希望する独自のサウンドを作成することができます。さらにこのプラグインには **Surgical** と **Smooth** という2つの異なるモードがあり、選択したモードのエフェクトの量を調整することもできます。



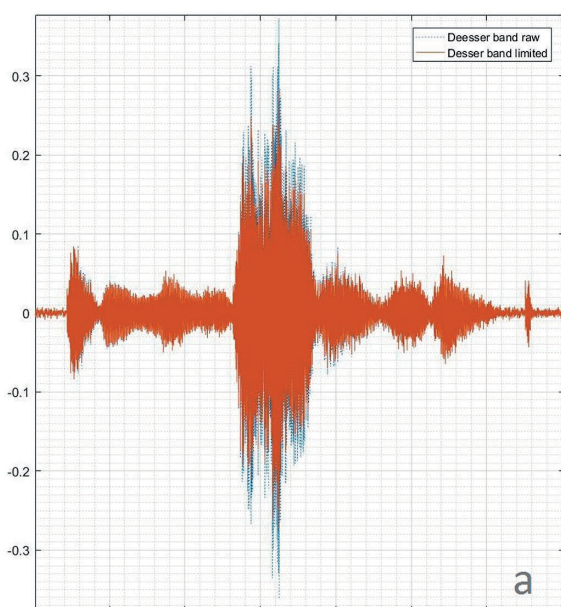
それぞれのモードに対して別個に特別な正規化が実行され、実際の音楽サウンドと個々に一致する結果が作成されます。これはシャープネスの自動検出に必要であり、これによってアルゴリズムの動作を現在の音楽コンテンツに適応させることが可能となります。その一方、実際のオーディオ・ストリームに関連して計算される **De-Esser** のゲインの最大設定を定義する必要があります。そこで **Amount** (エフェクトの量) を調整することで、**De-Esser** の影響をどの程度強くするかを決めます。

ただし、最大の効果量の決定は **De-Esser** によって自律的に行なわれ、鈍く聞こえたり舌足らずに聞こえたりするような過度のエフェクトを未然に防ぎます。

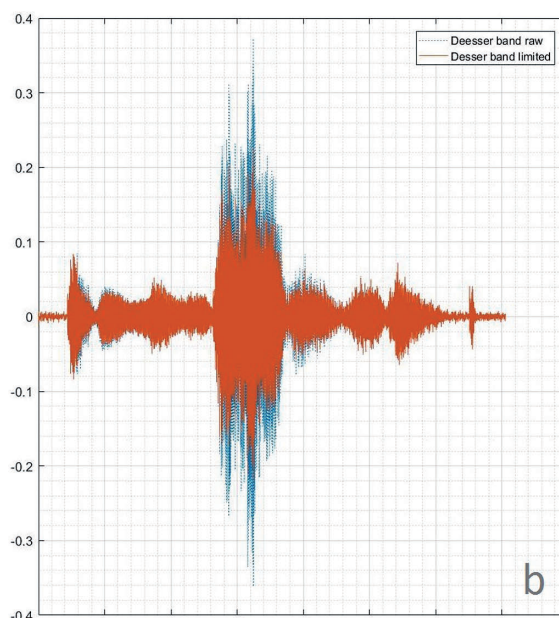
このパラメータによるさまざまな設定の結果を、以下のグラフに示します。ここではユーザーが直接操作・決定するパラメータである **Amount** の増加の影響でどのように結果が変わるかを示しています（青が実音・赤が **De-Esser** 処理済み）。以下、影響が少ない設定を示す a) から始まり、最大設定を示す d) の4例です。

さらにこれらのグラフは **De-Esser** の周波数帯域の信号を示しています。この帯域には音楽にシャープネスを含む可能性のある部分のみが含まれています。この例ではSusan Wong の曲「Rainy Days and Mondays」の歌詞の中の「selfie」という単語の「S」の発音の部分を取り上げています。

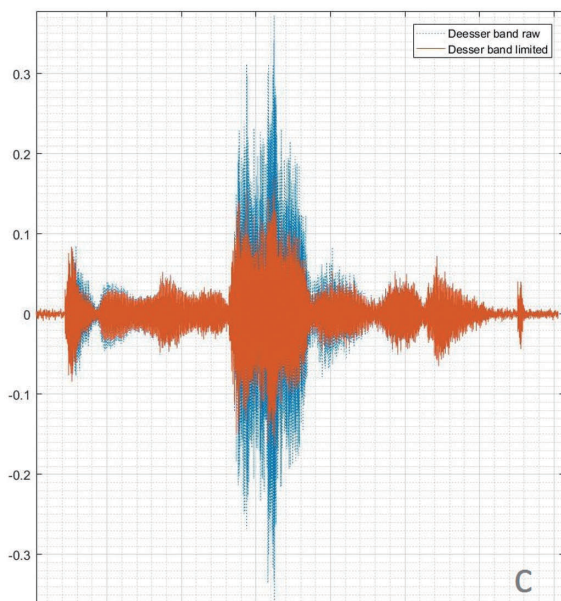
De-Esser の パラメーター設定 (Amount) の違いによる比較例



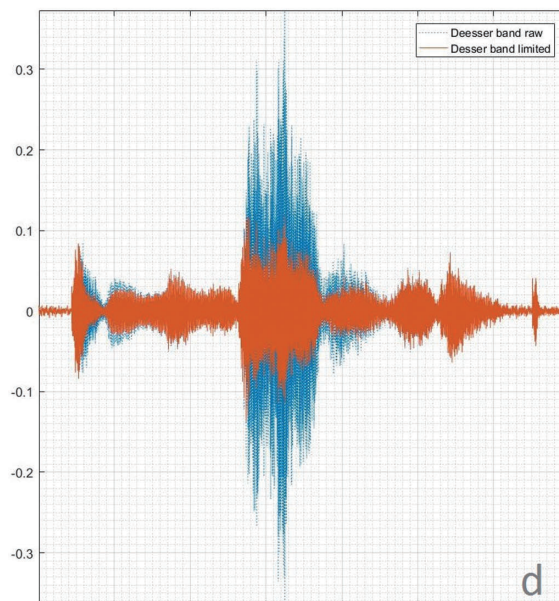
a) オリジナル



b) Amount -12 dB



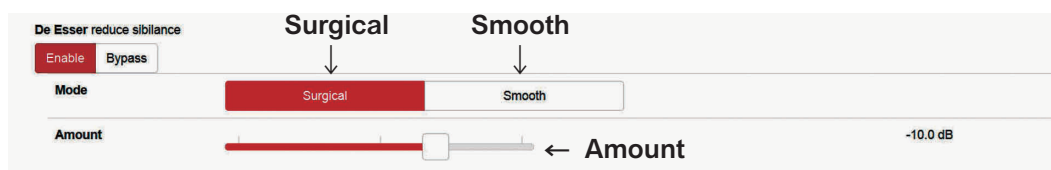
c) Amount 0 dB



d) Amount 9 dB

2つの MODE (モード) について

De-Esser は「**Surgical** サージカル」と「**Smooth** スムーズ」の2つのモードが選択できます。**Surgical** モードは高周波成分の短期的な変化に焦点を当てた非常に正確な動作を備えています。さらに **Smooth** モードと比較した **Surgical** モードの効果は、臨界鮮明度の範囲に一致するように非常に狭いです。反対に **Smooth** モードはよりソフトで、全体的なコンテキストと音楽の長期的な動作を注意深く観察します。



これら2つのモードを用意したのは、**De-Esser** プラグインにいくつかの望ましい利点をもたらすためです。たとえば特定の重要な鋭い音を除去したい場合は **Surgical** モードを優先します。**Surgical** モードは急速に変化するイベントに焦点を当てており、耳障りな音を検出されると躊躇なく処理します。

反対に高周波成分をより一般的に低減したい場合は、**Smooth** モードが適切な選択です。たとえばヘッドフォンで聞いている場合、**Smooth** モードを使用すると聴きやすくなります。もちろんスピーカーで聴く場合にも、高周波成分のよりまろやかなサウンドが必要な場合には適しています。

Smooth モードが音楽に与える影響は、**Surgical** モードよりも穏やかであると言えますが、シャープネスが検出された場合はそれほど厳格ではありません。

お気に入りの **De-Esser** の設定を決定するにあたっては、音楽の種類によって **De-Esser** の反応が異なることに留意することが重要です。もしかしたら、あなたのお気に入りのロック・ミュージック・アルバムにマッチする **De-Esser** の設定が見つかるかもしれません。お気に入りのピアノ録音では別の設定がマッチする場合があります。これは **De-Esser** の仕組みからくる自然な結果です。

De-Esser は再生する音楽のダイナミクスに基づいて処理されますが、当然音楽の種類によってサウンドが異なります。そのためにもまずは **De-Esser** を試して、ふたつのモードによるサウンドの感触の違いをつかむことをお勧めします。効果の量を調整するパラメータ「**Amount**」については、開始点としては約 **-6dB** が適しています。さらに最初はモードにこだわらず、**De-Esser** の効果を確認し、またそのサウンドの理解を進めると、希望する設定を見つけるのがより簡単になります。

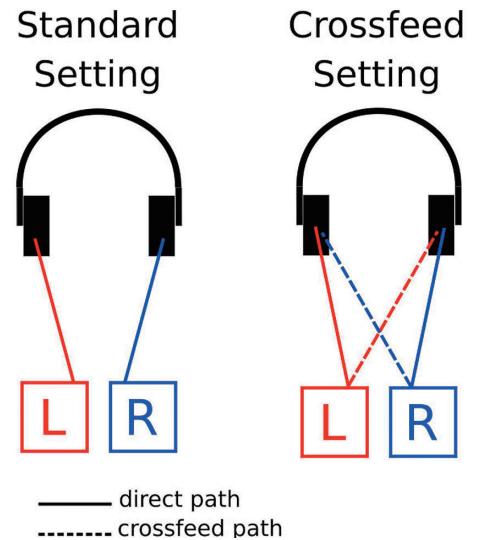
DSP 7・ Crossfeed HP (クロスフィード・ヘッドフォン)とは

Crossfeed HP のアルゴリズムは、ヘッドフォンでの再生に合わせて音楽を最適化します。これはチャンネル分離がはっきりした録音に特に効果的です。

右の図はP23での **XTC** での説明の概念と共通していますが、**XTC** とは対照的にヘッドフォンを使用すると、ステレオチャンネルが左右の耳にはっきりと分離されます。

左側の図「Standard Setting (標準設定)」に示しましたが、ヘッドフォン経由での再生を自然なものにするためにはこの分離を減らす必要があります。

それに対して右側の「Crossfeed Setting (クロスフィード設定)」は、**Crossfeed HP** の主なアイデアを示しています。左チャンネルの特定の部分が右耳に送られる信号にブレンドされ、右チャンネルの特定の部分が左耳に追加されます。この追加部分はクロスフィードパスとして、破線で描かれています。ちなみにクロスフィードパスの信号は周波数に応じて処理されます。



左 = ダイレクト左 + クロスフィード右
右 = ダイレクト右 + クロスフィード左

クロスフィードパスの信号は周波数に応じて処理されます。このエフェクトのサウンドは、現在再生されているオーディオに依存することを明確にする必要があります。提示されたプラグインには、Amount と呼ばれるユーザーパラメーターも装備されています。クロスフィードヘッドフォンエフェクトの 100 段階の設定により、ユーザーは希望のサウンド調整を定義できます。パラメーターを高く定義するほど、プラグインの影響が強くなります。

DSP 8・ Loudness EQ (ラウドネス・イコライザー)とは

このイコライゼーションの背後にある考え方は、音響心理学の根拠に基づいており、人間の聴覚とその解剖学的心理音響特性に基づいています。そしてそれは Schwede による EQ 設計に不可欠なものです。人間の聴覚感度は周波数に依存しており、音量の知覚にも影響します。音響学においては音量は音圧に対する主観的な認識を表わします。音量に対するこの敏感さは、コンサートホールなどでの録音音源を自宅で聴くときに、本物とは異なるサウンドとして感じられる可能性があります。

そこで Schwede のコンセプトは、音響心理学と解剖学的理論に基づいて最適化された補償曲線を作成するイコライザー設計によって、人間の聴覚の非線形性を克服しようとしています。

Schwedes EQ の設計では、音の強さに関してより快適な再生を実現するために、この主観的な認識を考慮しています。この **Loudness EQ**にはそんな Schwedes 特許の一部が実装されています。