

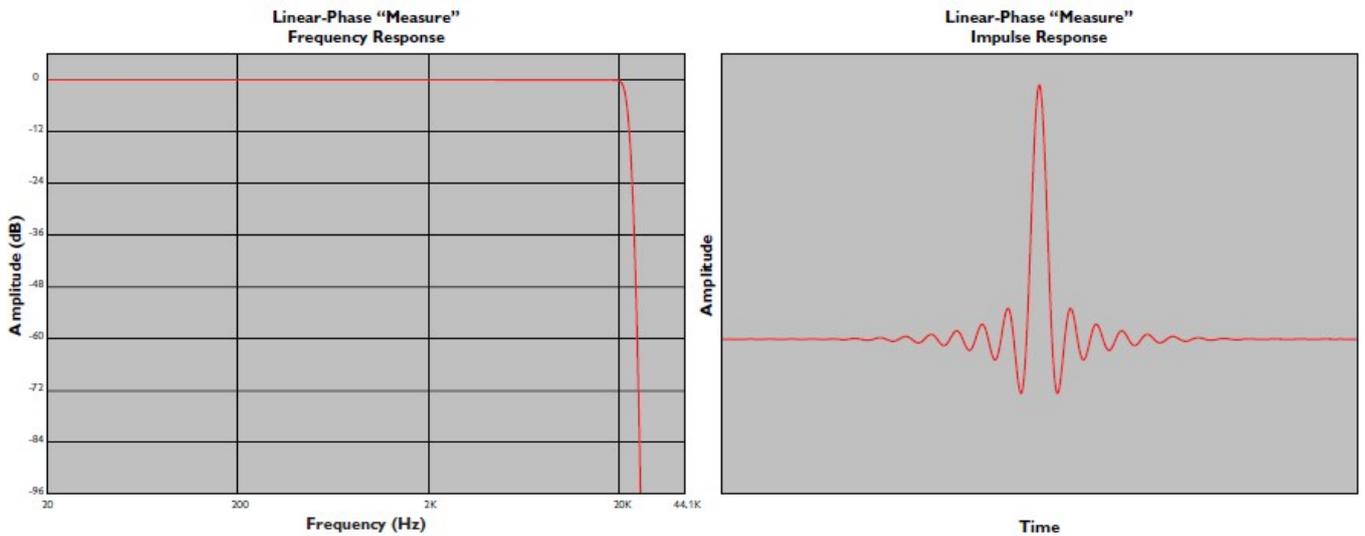


デジタルフィルターの考察と再構築へのアプローチ

The Ayre MP Series

Ayre はデジタルフィルターの再構築に当たって、異なるインパルスレスポンス/周波数レスポンスをもつ 25 タイプものデジタルフィルター(最近一部で話題にされているノンフィルターも含む)の詳細な特性チェックとヒアリングチェックを繰り返し、最後に DSP ベースの MP デジタルフィルターにたどり着きました。以下はそのアプローチへの考察と構築への 4 つのステップです。それぞれの二つのグラフはフィルターのパフォーマンスを示す周波数特性とインパルス応答特性を示します。

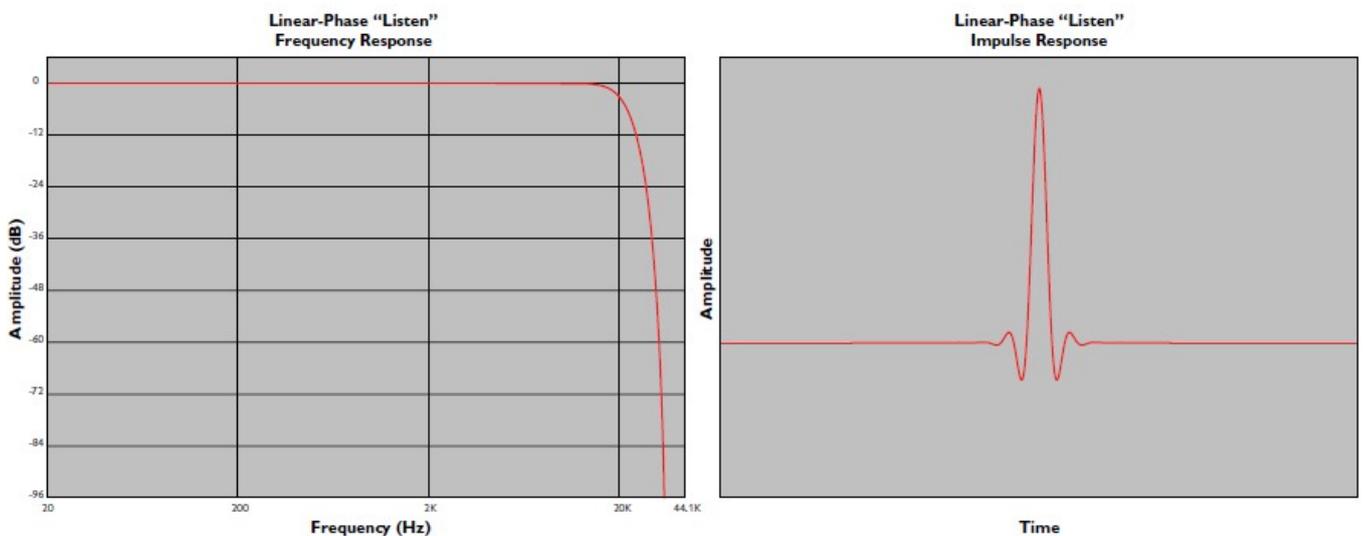
・古典的「ブリックウォール」フィルター



"Brickwall" Digital Filter, -6 dB at 22,050 Hz, ~10 Cycles of Both Pre- and Post-Ringing

Ayre のオリジナル CD プレーヤーの「Measure」ポジションにも搭載された古典的かつ一般的なフィルター特性。このシャープな遮断特性を持つ「ブリックウォール」フィルターは、周波数位相特性に優れる反面、約 10 サイクルものプリリングング(プリエコー)とポストリングングが生じる。こうしたリングングは、再生音の時領域汚染を招き、いわゆるデジタル臭い刺激音を伴う。特にプリエコーは自然界の音にはないため、聴感上の音場の不自然さの原因となる。

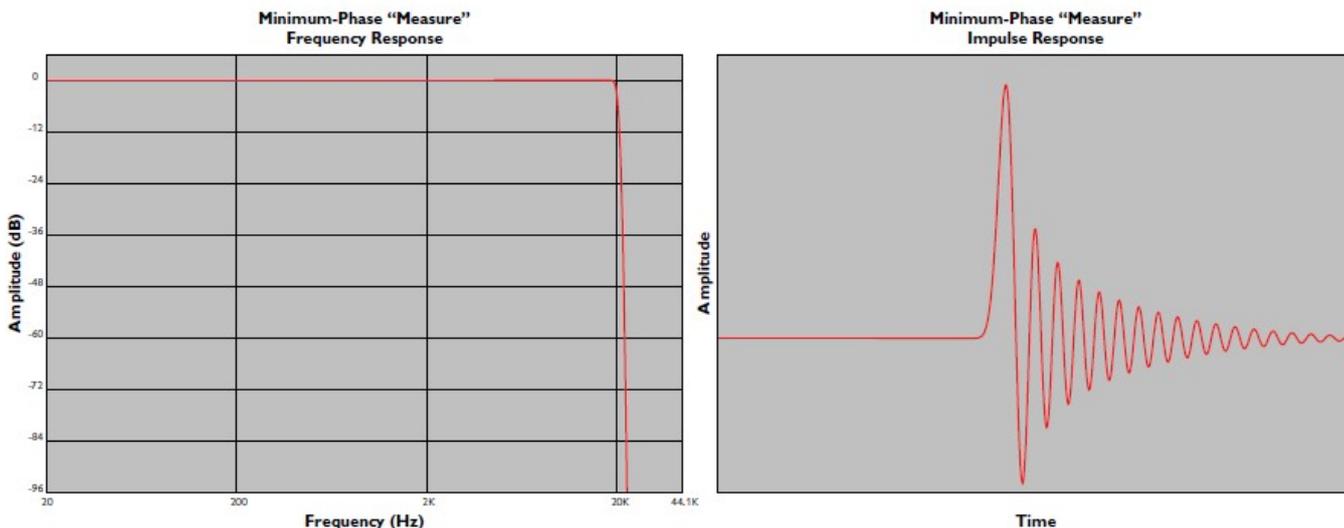
・トランジェントレスポンスの改善: 「スローロールオフ」フィルター



"Slow Roll-Off" Digital Filter, -6 dB at 22,050 Hz, ~1 Cycle of Both Pre- and Post-Ringing

そうした「ブリックウォール」デジタルフィルターのリングング問題を大幅に改善しトランジェントの向上に取り組んだのが、この「スローロールオフ」フィルターです。Ayre のオリジナル CD プレーヤーの「Listen」ポジションに搭載されました。周波数特性の最高域辺りの肩特性のわずかな落ち込みと引き換えにプリ/ポストリングングを僅か 1 サイクルに止めています。「スローロールオフ」フィルターは、時領域汚染を 10 倍以上改善し、「ブリックウォール」とは比較にならないほどの自然なもたらすため Ayre がその「Listen」ポジションに採用してきました。このフィルターからの延長上にデジタルフィルターを廃するひとつのアイデアも存在しますが、それはまた、別の二つの否定的な要因が生じてしまいます。その一つは、10kHz で -0.75dB ~ 20kHz で -3.2dB の特性ロスと、もうひとつは追加されるべきアナログフィルターがない場合には 20kHz で 50%に達する折り返し不協和信号です。そこで、Ayre はさらに発展的な別の手法を探ることになりました。

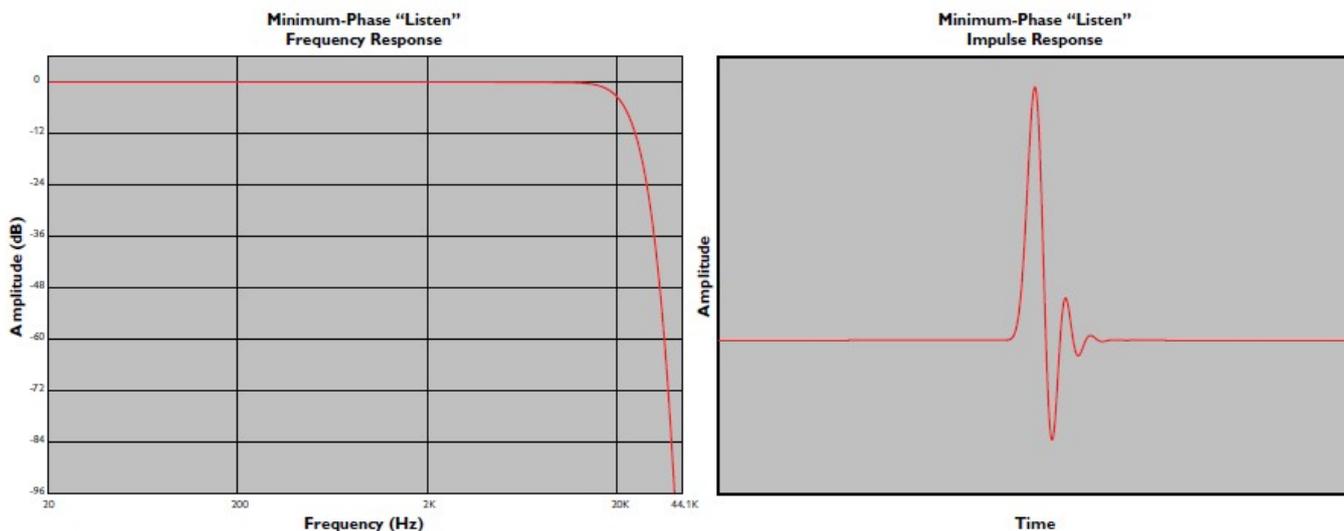
- ・ プリエコーの根絶: 「MP”Measure”」フィルター(apodizing フィルター)



“Apodizing” Digital Filter, -100+ dB at 22,050 Hz, No Pre-Ringing, ~20 Cycles of Post-Ringing

Peter Craven が 2004 年の AES で発表したフィルターです。サンプリング周波数の半分 22,050Hz の位置でそれ以上を-100dB 以上遮断することでプリエコーを根絶しています。彼は、それまでのいわゆる”Linear Phase”フィルターに代えて”Minimum Phase”フィルターを使用することでこの特性を得ています。総リングングエネルギーとしては”Linear Phase”フィルターと同量ではあるものの、自然界の音にはないプリエコーを全面的に回避できるのはかつてない偉大な一歩です。Ayre の新 MP シリーズ、QB-9 に搭載されたフィルターの一つ「Measure」ポジションにはこのフィルター特性が登用されています。また、このフィルター特性を得るには既製の DAC チップ内蔵フィルターでは不可能で、Ayre は独自に超高速カスタム DSP と大容量 FPGA を用いて高精度な MP(Minimum Phase)フィルターを構築しています。

- ・ 両者の統合: 「MP”Listen”」フィルター



“Slow Roll-Off” Digital Filter, -6 dB at 22,050 Hz, No Pre-Ringing, ~1 Cycle of Post-Ringing

Craven によってプリエコーを回避することを可能とした“Apodizing”フィルターはそれまでのデジタルフィルターの問題解決への大きな一歩ではありましたが、しかし、注意深く聴くと音楽によっては、そのポストリングングが音にもたらす一種煌びやかさは Ayre に更なる改善策を促しました。その結果、Craven “Apodizing”特性に”Slower”ロールオフ特性を組み合わせることが、プリエコーを排しながら、かつ、ポストリングングを減らし、オーバーオールなリングング・エネルギーを大幅に低減するデジタルフィルターの最良の方策であると Ayre は結論付けました。

そして、それを超高速カスタム DSP と大容量 FPGA を用いて高精度な 16 倍オーバーサンプリングで処理し、またその信号処理には、一般的に多用される FIR 多段フィルターや IIR を用いるのではなく一段 FIR フィルターリングのみで行なうことにより、フィルターによる信号劣化を極限にまで抑えるかつてない最良のデジタルフィルターを Ayre は組み上げたのです。

新 MP シリーズ、QB-9 には、この極めて自然で高音質な MP(Minimum Phase)フィルターを「Listen」ポジションに搭載しました。