

第 49 回 NH ラボ セミナー レビュー

2022 年 7 月 27 日

NH ラボ(株)

高田 (文責)

セミナー

日時： 2022 年 7 月 20 日 (水) 13:00~15:00

テーマ：「マルチスピーカーシステムの構築」

講師：高松重治氏 (元 アクフェーズ(株))

概要：前回 (第 48 回) に引き続きの第二弾、デジタル処理オーディオの醍醐味を十二分に発揮するマルチ・スピーカーシステムの紹介。

講師は、当初パッシブ型のスピーカーネットワークを夜な夜な自作・測定を重ねたが満足が得られず、マルチアンプ方式への変更を決断。TRIO のアナログマルチアンプ Supreme1 や他社のデジタルチャンデバを参考にしながら、自分でも使い易い機器の商品化を企画し、実現。アナログ処理ではなし得なかったデジタルの周波数・デバイダーの構築をデータから追求した。



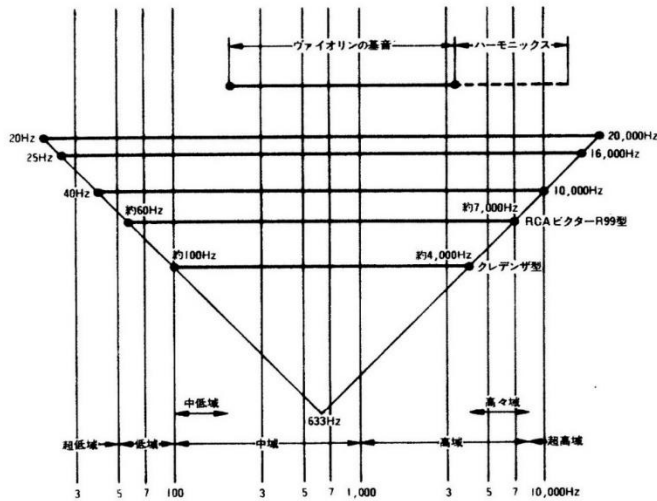
アナログ式 3 ウエイマルチアンプシステム TRIO Supreme1

40 万積について (再考)

20Hz~20KHz の再生帯域システムでは、積 20×20000 は 40 万となり、中心は 633Hz あたり。

クレデンザは下限が約 100Hz、上限は約 4000Hz で、積は 40 万となる。故森芳久 (元ソニー(株)) 所有のクレデンザを聞いたことがあるが、非常に素晴らしい音楽を聴くことができた。(40 万積と再生音の関連、皆さんもお考え下さい。事務局)

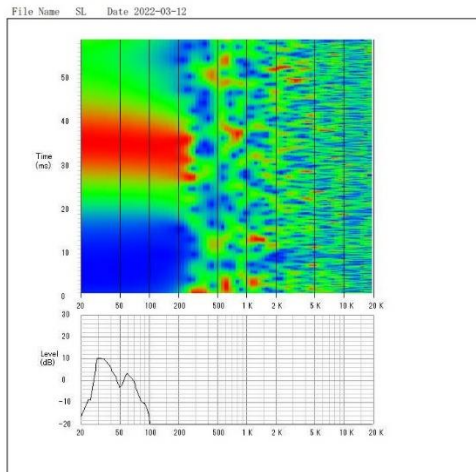
ところで、一般的にはリスニングルームで 20Hz を再生することはかなり難しい。仮に下限を少し上昇させ 50Hz とし、一方最近のハイレゾ技術で上限 30KHz の達成は容易とすると、積は 150 万となり、中心周波数は 1KHz 台に上昇し、システムとしては中高域が勝った音になると考えられる。



40万積について ((出典: 池田圭著 音の夕映より))

スーパーローの必要性

サブローにCW250Aを使っているが、遅延時間が30~40msと他の帯域より大きい。フィードバック回路の影響が考えられるが、正確な原因は不明



スーパーローCW250Aの遅延時間

超スーパーツイータは必要か

人が感知できる高域上限は不明。過去CDの再生帯域を20KHzに制限したことは環境生理学的にまちがっている、との批判があったが、講師としては22.4KHzの決定プロセスは上手く決めていると考えている。

空気中の音波の伝搬ロスや、人の聴覚の能力などを考えると、超高域はどこまで必要なのだろうか？

電子分波器への誘い

ALTEC-A7 のパッシブネットワークを研究したが、ネットワークL分の調整が大変だった。また、巻き線抵抗のL分の働きなどでDF=1になってしまうので、調整回路を考案して対応したこともある。

結論として、シングルアンプにネットワークを使う方式ではなく、マルチアンプ方式の方が良いと考え、周波数分波器（チャンネルデバイダ）を商品化した。

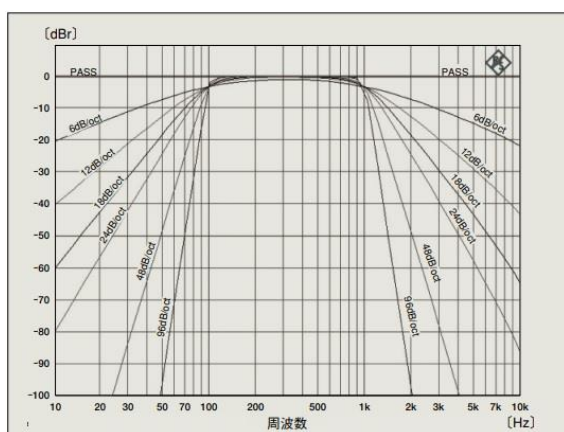
最初はアナログ方式だったが、周波数の切り替え時のノイズ対策（フィルタボードや回路切り替えノイズ）に苦労したが、アルプス電気の5節点マルチ摺動子を採用することで、切替ノイズ不良を大幅削減できた。

デジタル周波数分波器

その後チャンネルデバイダデバのデジタル化を行い、DF55 を商品化した。（商品名：Digital Frequency Dividing Network）この企画では、新宿コマ劇場に導入されたソニーのPAスピーカーシステムに使われた1Uサイズのデジタルチャンネルデバイダをヒントにした。



周波数分波器 DF55



DF55 で設定可能なフィルタ特性

スピーカーシステムの構築

石井伸一郎さんの著書の紹介



- ・ 氏が設計したリスニングルームは 50 例を超える
- ・ 定在波が乗らないリスニングルーム → 天井は高い方が良い 3m以上
- ・ 本書の読者には ZANKYO* SHAON*以外は無料の使用許諾が与えられている
- ・ RINKAKU
- ・ HADO Professional
- ・ Image Method
- ・ KYOZOO
- ・ QON
- ・ SHAON ADVANCED*
- ・ ZANKYO ADVANCED*

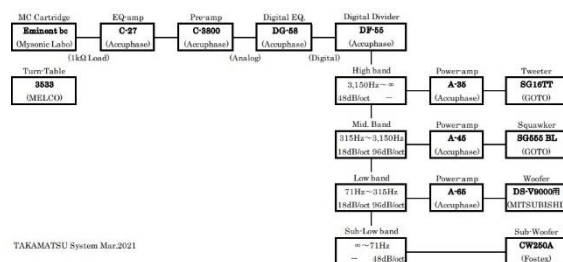
著書では模型での音響解析（計算）の紹介がある。

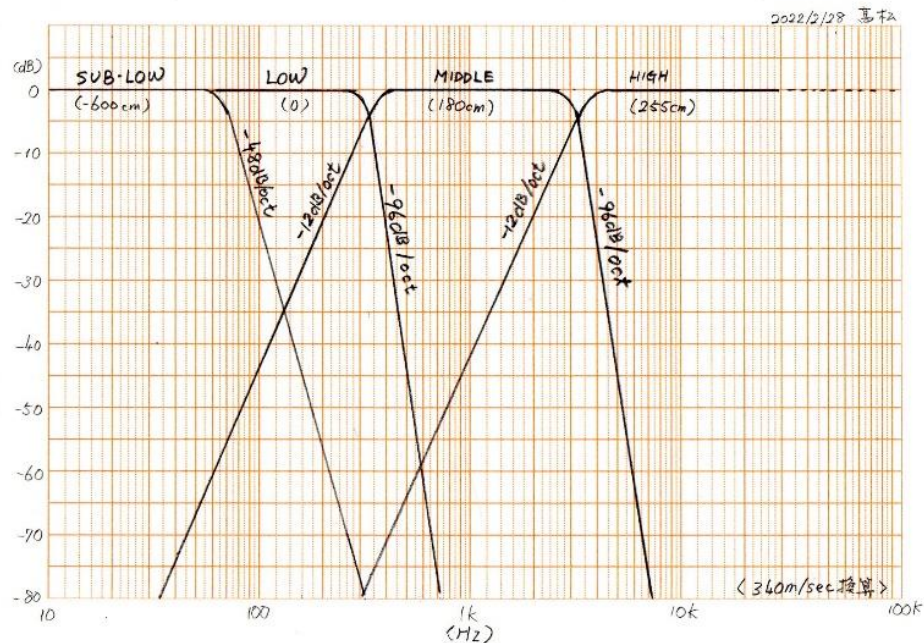
デジタルチャンデバを使ったマルチアンプ駆動のスピーカシステム

システム外観



システム系統図





高松氏システムの各帯域のフィルタ特性

各帯域のフィルタ特性とLOWを基準としたディレイ距離

(ディレイ時間から距離を算出)

設定の方針

- 各ユニットの HPF, LPF の周波数設定
- 大まかな測定をし、各ユニットの遅延時間設定
- クロスオーバー周波数付近の暴れが少ない組合せを探す
 - 各ユニットの HPF と LPF の減衰度を設定
 - LPF はなるべく急峻カーブを選択
 - LPF のステップ応答を考慮 (下図)
 - HPF はクロスオーバーの暴れ具合から選択
- 各チャンネルの絶対位相を、クロスオーバー付近の暴れ具合から設定
- 各チャンネルの利得を合わせる
- 各ユニットの大まかなレベル合わせ
- RINKAKU 測定のゲイン・グラフを使う
- または DG-58
- あるいは吉正電子 DSSF3 等を使う
- 取敢えず全自動で計測しレベルを確認 (SP ユニットの帯域幅や能率のチェック)
- DG-58 の各チャンネルまたは各パワーアンプのゲインを合わせる
- このレベル合わせで、音質は大きく変化する。

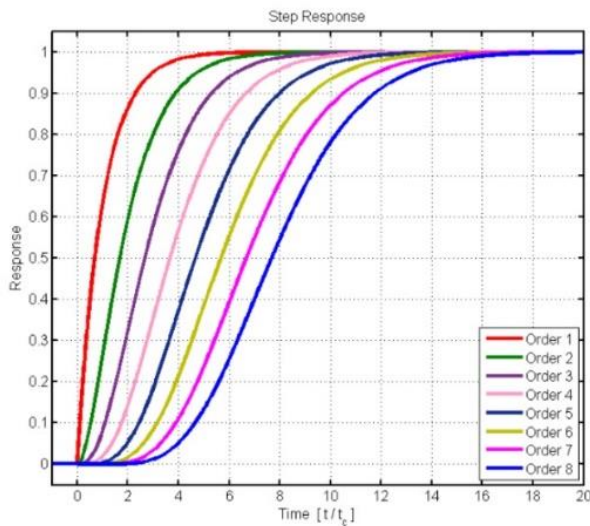


図2. 1から8までの異なる次数のローパスフィルタのステップ応答

ローパスフィルタのステップレスポンス

フィルタ次数 赤 1次、緑 2次、・・・ 青 8次
(Zurich Instruments 資料より)

計測

- RINKAKU(石井伸一郎氏開発：到達時間測定ソフト)
- DSSF3(吉正電子:音響用測定ソフト)
- 必要な周辺機器
 - PC (Windows Pad 等)
 - オーディオインターフェイス
 - Roland DUO-CAPTURE UA-22 等
 - マイクロフォン
 - dBx 等
 - デジタル・グラフィック・イコライザー DG-58 を使う

考察

測定位置：1 m

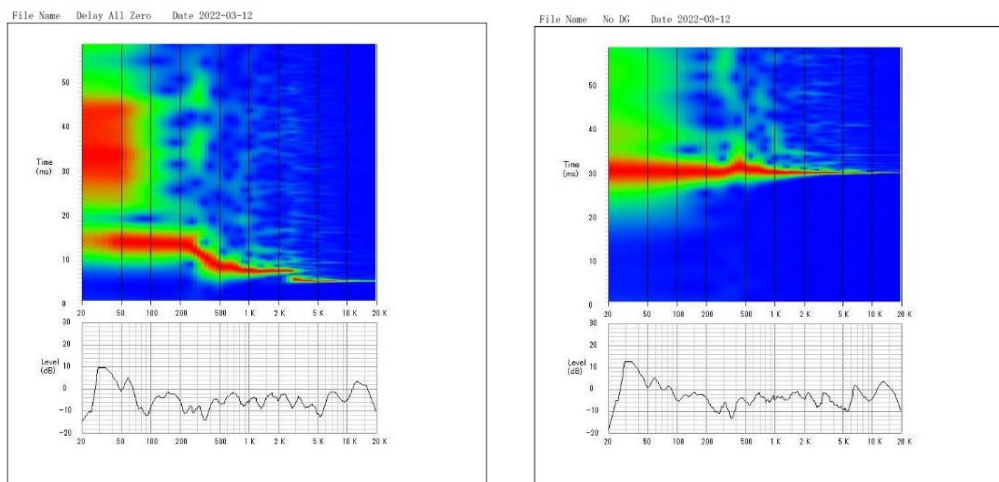
- 高い周波数では5～6 mマイクが離れると測定できないのでは
- WFはキャビの中の音がコーン紙を通して外に出てくる
- リスニングルームの音響特性はデッドではだめ。日常暮らす場所ですべき。

高松氏のマルチチャンネルシステム (自己評価)

- よい点
 - 無理な低音ではなく、自然な低音の再現

• 問題点

- Sub Low の遅延時間が大きいので、映像と音声合わなくなる（現在はハース効果に頼る？）
- 既製品 Sub Low の詳細が不明。（自作を考慮）
- 私的な希望：デジタル映像で無用だと思った X.1 や 22.2 に、予め遅延時間合せを入れる。（カットオフ周波数に合せた自動時間設定）
- 計測マイクの位置の検討
- 無響室ではなく、居住空間での計測の難しさ 30 KHz の音は5～6 m 離れると聞こえるのか？（測定できるのか？）
- フィルタの次数の見直し
 - 急峻な遮断特性は遅延時間が大きい
- 3D 方式の低音再生について
 - 重低音の方向感は存在する(ザルツブルグ大聖堂 5 オルガン演奏会)
- 疑問：ステレオ装置でモノラル音源を再生出来るか



高松システム トータルシステムの遅延特性
左図（ディレー オフ） 右図ディレーオン）

以上講演概要

Q & A

（敬称略）

福島：

TW用ハイパスフィルタのカットオフ周波数は 3.15KHz。一方、TW自体のカットオフも同じくらいの周波数。これを 12dB/oct できるとホーンロードがかからない帯域の信号（低

い周波数)が入ってくるが、大丈夫か？

自分のシステムではカットオフはすべて 96db/oct を使っているが、紹介されたデータでは L P F の傾き (遮断特性) でディレーが異なるとのことなので、自分も再確認しようと思う。

ディレーの設定方法はロー (ウーファ) を基準にして、ほかの帯域を決めているがその方法は？

高松 遅延時間のデータ (グラフ) を見ながら、D F 5 5 のディレー時間をインプットして調整する。

福島 自分はインパルスを使って遅延時間を測定し各帯域のディレーを設定している。

福島 フィルタの両端で、遮断特性を 12dB/oct と 96db/oct と変えている。なぜ？
ホーンロードがかからない領域は？

高松 良く分からない。(測定と試聴を繰り返して決めた、という意味か。事務局) ホーンの有無の実験では、ホーンの欠点が目立った。しかしホーンを外すと音圧レベル不足となり、それを補うために入力レベルを上昇させた時、スピーカを壊したことがある。

ホーンには指向性を左右に広げるタイプ (例 T A D や J B L のスコーク用ホーン) と、同軸的に広げる (上下方向、あるいは 360° 方向) タイプがあるが、後者はメガホンの様な音になる。

福島 自分も、ゴトユニットを使って、4 ウエイのオールホーンシステムを作った経験があるが、音がホーンの奥から聞こえ、違和感があった。

高松 ホーンは主に水平方向の指向性が強いが、石井氏が「リスニングルームでは高さが必要」と言っているように、縦方向の放射音も必要なのでは。

福島 自宅のリスニングルームは天井は 2.8m の高さがあり、結果として良かったと思っている。

宮下 サブローの遅延時間が大きい件に興味がある。 FOSTEX ~ CW250A は 2 段のハイパスフィルタ (f1=40HZ, 24dB/oct f2=270Hz, 36dB/oct) が使われているので、遅延時間が大きいのでは。

また、キャビネットやパワーアンプなどで改善すべきところがあると思う。
ホーンの音は好みが分かれる。好みをもとにホーンスピーカシステムの特性を追い込むことはオーディオの楽しみではないだろうか。

高松 MFB スピーカシステムでは、部屋の窓を開けると気圧が下がり、ドカーンという音が出たりするシステムもある。

宮下 速度検出用のピックアップボイスコイルが磁気回路から外れると暴走して大きな音が出ることもあり、これは避けたい。

高松 (システムのよっては) カートリッジの上下でも大きな音が出る。

宮下 サウンドフォニックフィルタを適切に使用してノイズを避ける

高松 高橋和正氏のMF Bシステムの音を聴きたい人がいたら募集する。(別途希望を募ります。事務局)

高田 菅野先生のリスニングルームでモノラルを聞いたことはあるか？

高松 聞いたことは無い。先生のリスニングルームではデータや測定などの話はいっさいしない。試聴前に(試聴に関係ない)いろいろな話をする。試聴が始まると一旦かけたディスクは最後まで聞く。1時間位ずっと聴く。

宮下 ステレオ装置でモノラル音源を聴くことには無理がある。モノラル音源はスピーカを片方だけで聴くべき。左右のスピーカのユニットのばらつきも心配無くなる。聴く位置の違いの違和感やステレオに比べ音圧が少し低下するが、それには慣れる必要がある
ゴトーユニットに限らず手作りのスピーカは特性がバラつく(揃っているものはない) 20個くらいの中から選べば何とか(ペアとして)使える。設計・製造条件のシビアなホーンドライバのばらつきは諦めるしかないのでは。

高松 自分もモノラル再生ではスピーカ 1 個のみを使用する。マルチシステムでは厳しいと思っている。さらに言えばシングルコーンのスピーカが意外と良い、(キャノン無指向性SP+サブウーファの使用感想)

宮下 シングルコーンは安心して聴ける

高田 左右のスピーカの特性のばらつきはシステムのどこで合わせているのか？

高松 DG58 で合わせる。(ゴトユニットは特性のばらつきが大きい。)

高松 (故森芳久さん所有の) クレデンサの音は素晴らしかった。

宮下 確かにクレデンサの音は素晴らしかったが、自分で使うところまで行かなかった。それは何かと考えるに、音源が少なかったり、かなり趣味的ものになることが原因だったかもしれない。

福島 1 m で測定時、上下方向のマイクの位置はどこか。マイクの位置で特性が大きく変わると思うが。

高松 スコーカとTWの間。ずらすと特性が変わる。また、1 m以上離れた試聴位置では高域が低下する。

豊島 ホールの聴取位置で特性をフラットにするとうるさくて聞いていられない音になる。聴取位置ではハイ落ちで丁度良いのでは。マイクロホン特性と人の耳の特性は同じでない。スタジオでも同様で、受聴位置の 1/3oct 特性をフラットにすると、エンジニアからは「これでは仕事にならない」という答えがほとんど。

聴取位置でどのような特性なら気持ち良く聞こえるかが、高松システムのこれからの研究課題ではないか。

ザルツブルグの教会の話。パイプオルガンの音は指向性を持つ。

- ① パイプオルガンの基本波は低い周波数だが、高調波成分がかなり含まれている。100Hzの音を出しても倍音が出ていて、それで指向性を感じているのでは。
- ② パイプオルガンは基本の音に矩形波を掛け算したような音。音が瞬間的に立ち上がる時に高調波が出る。音の立ち上がりと消えるときに方向性が良く分かる。純音で方向性が分かるか、実験してみないと分からない。

宮下 超低周波成分で方向性を感じる件、理解できる。現実に現場で方向性を感じたのは間違いない。左右がしっかり低音がでていいるスピーカ音楽を聴く場合、サブウーファは必要ないと思う。

特殊効果音のときは別だが 大口径ウーファはスピード感が劣る。小口径をパラにする方がよい。

以上