

2wayスピーカー「NF-1SIT」

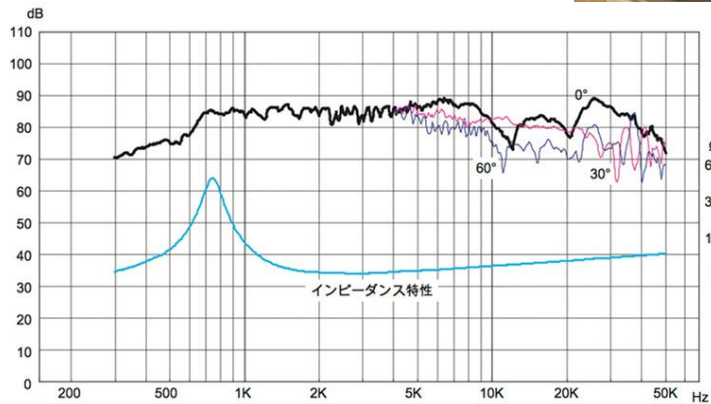
製作・著作 SGN

我々○浦△業大学オーディオ研究会は、これまでに塩ビ管スピーカー、コンクリートスピーカー、ガラススピーカーなど奇抜なスピーカーばかり制作してきましたが、今作は至ってはユニットが高価すぎるため、真面目に製作しました。右の写真が今作「NF-1SIT」です。FOSTEX往年の名モニター「NF-1」をイメージしてデザインし、○浦△業大学の略称である「SIT」を付け、勝手に名乗らせていただいております。



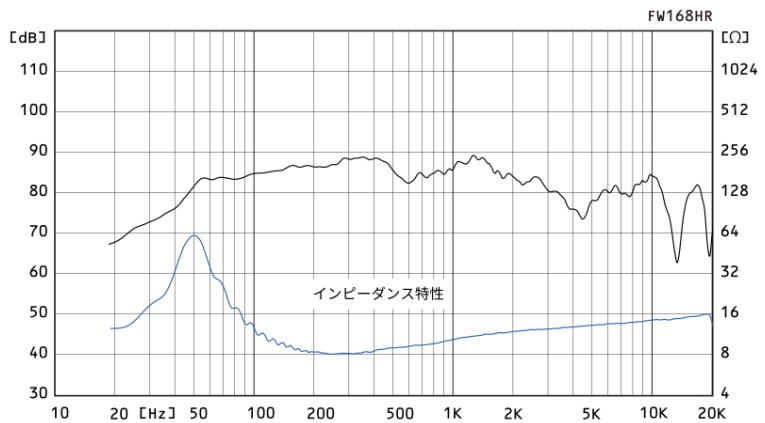
・使用ユニット

ツイーター：FT200D



内部損失の高い純度99.9%のマグネシウム振動板を採用し、リッジドーム形状により共振を分散させ色付けの少ない高域が特徴のようです。(現在ディスコン)

ウーファー：FW168HR



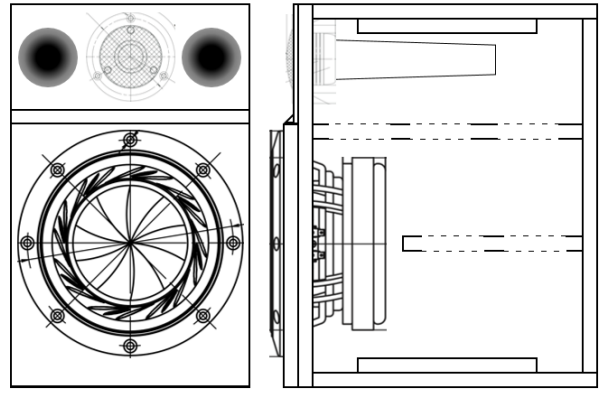
HR形状振動板とUDRTエッジにより共振を分散し色付けのない高域に、振動板重量を軽くしたことでスピード感のある低域になっているようです。

右の写真がNF-1です。本物はツイーターがソフトドームだったりウーファーがHP振動板だったり、いろいろと微妙に違うところがありますが、細かいことは良いんです。大事なのは昔の製品をこの手で再現しようという気持ちです。音質や特性は二の次で、とにかくこんな感じのデザインで作りたいな、というところから製作はスタートしました。



・エンクロージャー設計

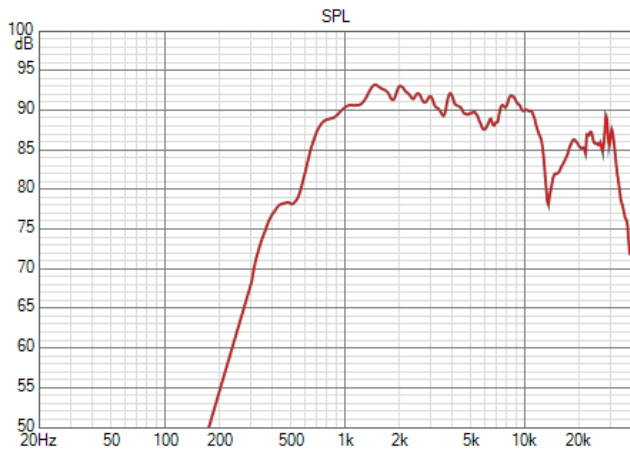
学生がポンと買えるような代物ではないので、基本に忠実に設計しました。右図が正面図と横からの断面図です。木材は**板厚12mmのMDF**で、バッフルのウーファー部分は2枚重ね、ツイーター部分は4mm厚のMDFでフラッシュマウントを施しています。内部には穴をあけた1枚板で2か所補強し、天板と底板はバッフル穴をあけた丸い残材で剛性を高めています。**H:320×W:200×D:260mm**で容積**10L**と、NF-1より一回り小さくしました。



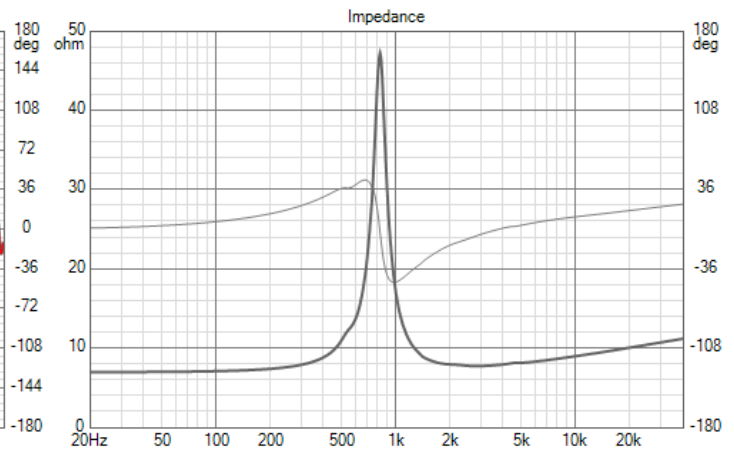
ダクトはJantzenAudioの内径35mm、長さ165mmのフレア付きダクト2本を採用。Fbが45Hz付近になるように設計しました。タイムアライメントを考慮し、段差付きバッフルで**ツイーターを奥に12mmオフセット**しています。

・周波数特性の測定

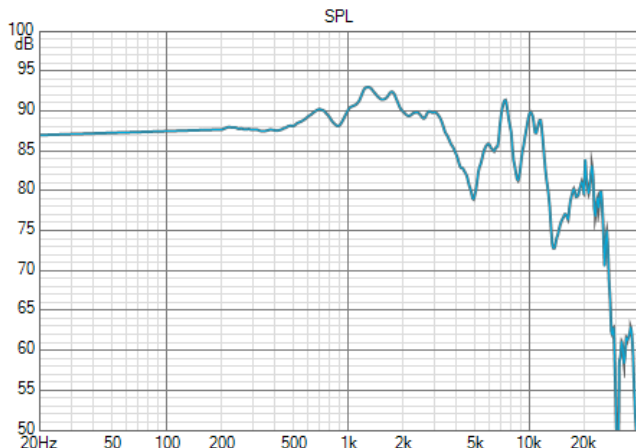
箱ができた次は測定です。…とはいっても我々では**能も機材も足りない**ので、「自作スピーカーマスターブック」シリーズ執筆者のK氏とT氏、そして「理論からはじめるスピーカー設計入門」執筆者のTa氏にご協力していただき、周波数特性を測定していただきました。**その節は本当にありがとうございました。**



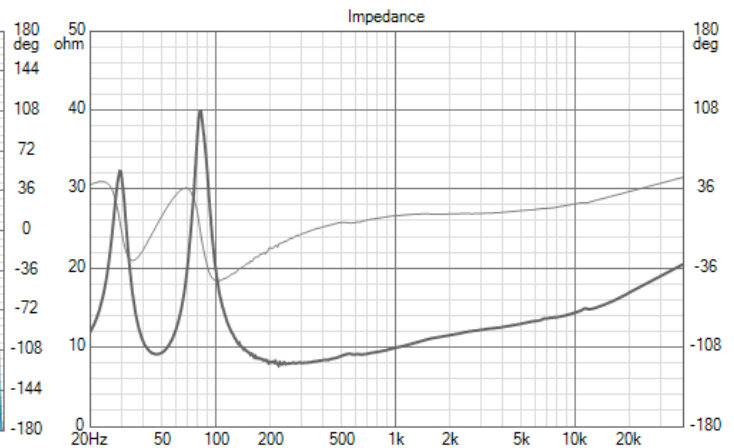
FT200D 音圧周波数特性



インピーダンス周波数特性



FW168HR 音圧周波数特性

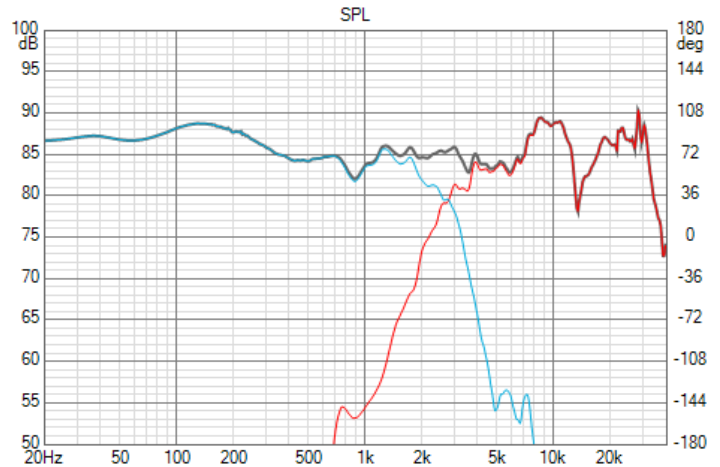
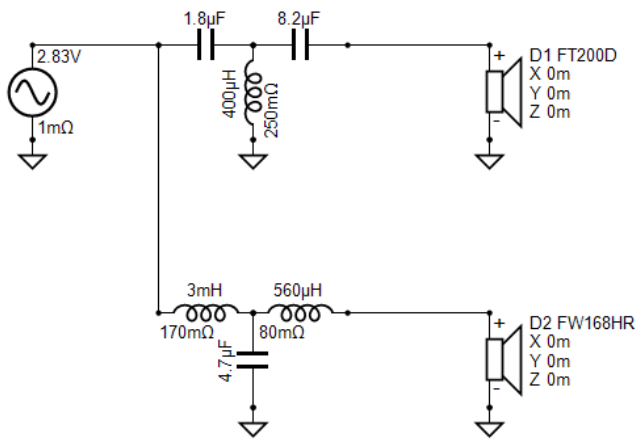


インピーダンス周波数特性

※200Hz以下は無効領域

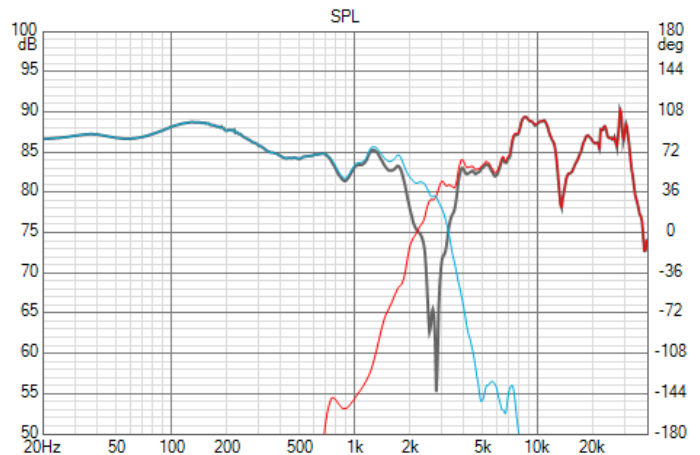
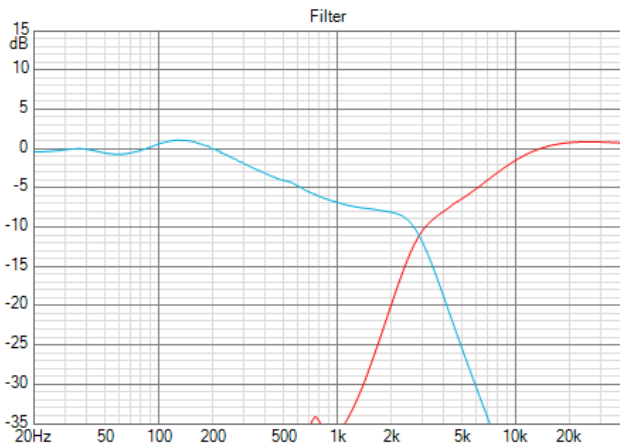
・クロスオーバーネットワークのシミュレーション

測定ができれば、次はシミュレーションです。これも先のお三方にご指導していただきました。使用するソフトは「**VituixCAD**」です。VituixCADは本当に便利なソフトで、希望のカットオフスロープに合わせて勝手に素子の値を選んでくれます。今回はLR4で $f_x=2.8\text{kHz}$ に設定しました。ソフトが素子値を最適化してくれるとは言っても、最終的には人力で微調整が必要になります。微調整をした結果が以下の画像になります。



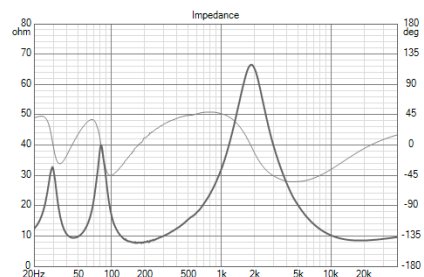
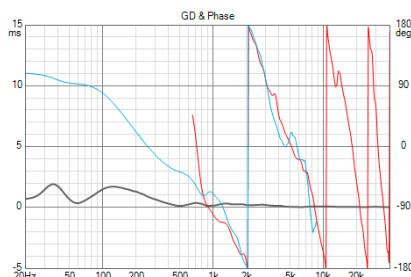
ウーファーを3mHのコイルで早めに減衰させ、**バッフルステップによる低域の抜け感を補っています**。ツイーターでは14kHz以上の音圧低下が気になったので、抵抗は使わずこちらも早めに減衰させ、**高域の伸びを補っています**。7kHz以上のピーク・ディップが気になりますが、聴感上はあまり気になりませんでした。これは純マグネシウム振動板の内部損失のおかげでしょうか？

以下にネットワーク回路のみの特性と、Tw逆相接続時の特性を示します。



右図では**リバーズ-ヌル**がそこそこ深く出ていて、クロスポイントにおけるツイーターとウーファースの位相整合性の高さがわかります。

最後に群遅延&位相特性、全体のインピーダンス特性を少しだけ。



・クロスオーバー素子の実装

素子はすべてJantzenAudioのコイル・コンデンサから選びました。ウーファークoilは直流抵抗が低く磁気歪みの小さい鉄系コアコイルを、ツイーターのコンデンサには無誘導構造で高周波損失の小さいフィルムコンデンサを採用しました。配置の際は、コイルの磁束が直交するように。

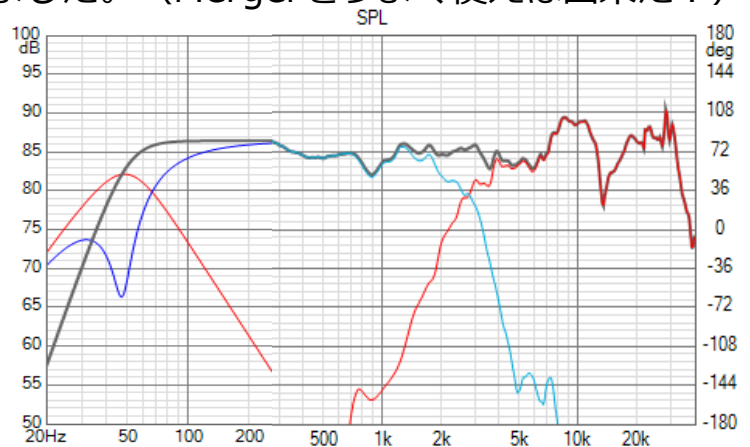


・低域特性のシミュレーション

VituixCADにてエンクロージャーを含めた低域特性のシミュレーションを行い、無理やりですが高域の特性と合成しました。(Mergerをうまく使えば出来た?) VituixCADのデータでは、

f3	51.1 Hz
f6	43.6 Hz
f10	37.2 Hz

となっており、聴感上もそんな感じだと思います。10Lの箱なら上出来の低域特性ではないでしょうか。全体を見ると、高域の暴れが気になります。結構フラットでしょう。



・最終確認の周波数特性測定

まだできていません！是非あなたの耳で聴いてください👂

・まとめ

非常に高音質でカッコいいスピーカーを作ることができたと思います。これまで2wayスピーカーのクロスオーバーはアクティブフィルターばかりで、実はちゃんとしたパッシブのクロスオーバー回路を組むのは初めてでした。にも関わらず、測定とシミュレーションをすることで初心者でも比較的簡単に適切なクロスオーバーネットワークを製作することができます。良い時代ですね。もちろんこれらは我々の力によるものではなく、これまでの学者の研究の賜物、そしてそれらを伝授してくださった方々のおかげです。改めて、K氏、T氏、Ta氏、ありがとうございました。これからは我々も伝授する側になり、オーディオの良さ、自作スピーカーの楽しさを広めていけたらと思います。

・参考文献

1. 自作スピーカー 測定・Xover設計法 マスターブック
2. 自作スピーカー エンクロージャー設計法 マスターブック
3. 自作スピーカー デザインレシピ集 マスターブック
4. 理論からはじめるスピーカー設計入門