

とのちのオーディオルーム 補足資料

サブシステム Kinglet



2021/04/20

書斎用サブシステム Kinglet の紹介

書斎用サブシステムは、元々は中古コンポーネントを寄せ集めて BGM 用に作ったシステムですが、その後の改良の結果、現在では音楽鑑賞に使えるほどクオリティーの高いシステムになっています。パワーアンプの試聴やオーディオに関する実験などにも活用しています。Kinglet (キングレット=小国の王) という名前も与えました。

目次

コンセプト	2
設置環境	2
システム設計	3
設計目標	3
仕様	3
機器構成	4
最大出力とゲイン	5
配置	5
接続	8
AC 電源	9
グラウンド電位	9
部屋の音響	9
制振	9
実際の Kinglet	10
機器構成	10
配置	10
接続	11
AC 電源	11
測定	12
Layout A	12
周波数特性	12
インパルス応答	12
ウォーターフォール・チャート	12
Layout B	13
周波数特性	13
インパルス応答	13
ウォーターフォール・チャート	13
Layout C	14
周波数特性	14
インパルス応答	14
ウォーターフォール・チャート	14
考察	14
疑似無響室測定との比較	14
チャンネル・バランスについて	16
ウォーターフォール・チャートから分かること	17
疑似無響室測定の有効性	17

自己評価	18
音質	18
使い勝手	18
外観	18

コンセプト

書斎用サブシステムは、現在居住している家に住み始めた 2003 年に、中古のオーディオ装置を寄せ集めて、予算 1 万円で構築したシステムが原型となっています。書斎での BGM 用に使用していました。2006 年にこのシステムのためのスピーカー SS-312 を製作したころから、音質向上を考えるようになりました。

2019 年から 2020 年にかけて、大幅な音質向上を目指してシステムを組みなおしました。使用コンポーネントもすべて専用のものを製作しました。つまり、システムのコンセプト自体を変えました。それまでは名前を付けていませんでしたが、新たに Kinglet と命名しました。

新たなコンセプトは、音楽鑑賞ができるシステムです。

Kinglet の設置場所は、書斎兼実験室です。特に実験室としての機能は需要です。部屋の本来の目的を阻害しないようにシステムを設置することが求められます。その制約を守りつつも、少しでも高い音質を実現し、音楽の世界に浸れるような本格的オーディオ・システムに仕上げるのが目標です。

メインシステムの Gaudi が 3 ウェイ・マルチアンプ・システムという大規模なシステムであるのに対して、Kinglet はフルレンジ発のスピーカーを使ったシンプルなシステムです。両極端のシステムを構築することで、色々と学べるがあると考えています。

また、シンプルなシステムの方が、実験や試聴を行うのに向いています。パワーアンプの試聴は、マルチアンプ・システムではやりにくいですが、モノアンプ・システムの Kinglet では容易です。

設置環境

書斎兼実験室は 6 畳間ほどの狭い部屋で、本棚、机、ラック、作業台などが置かれているため、オーディオを設置できるスペースはほとんどありません。各コンポーネントは小型であることが必須です。

スピーカーと聴取位置の間隔は大きく取れないので、いわゆるニアフィールド型の設置となります。

AC 電源は普通の AC100V です。オーディオ用に考慮されたものではありません。壁コンセントも普通の 2 ピン 2 個口のもので、アースピンはありません。

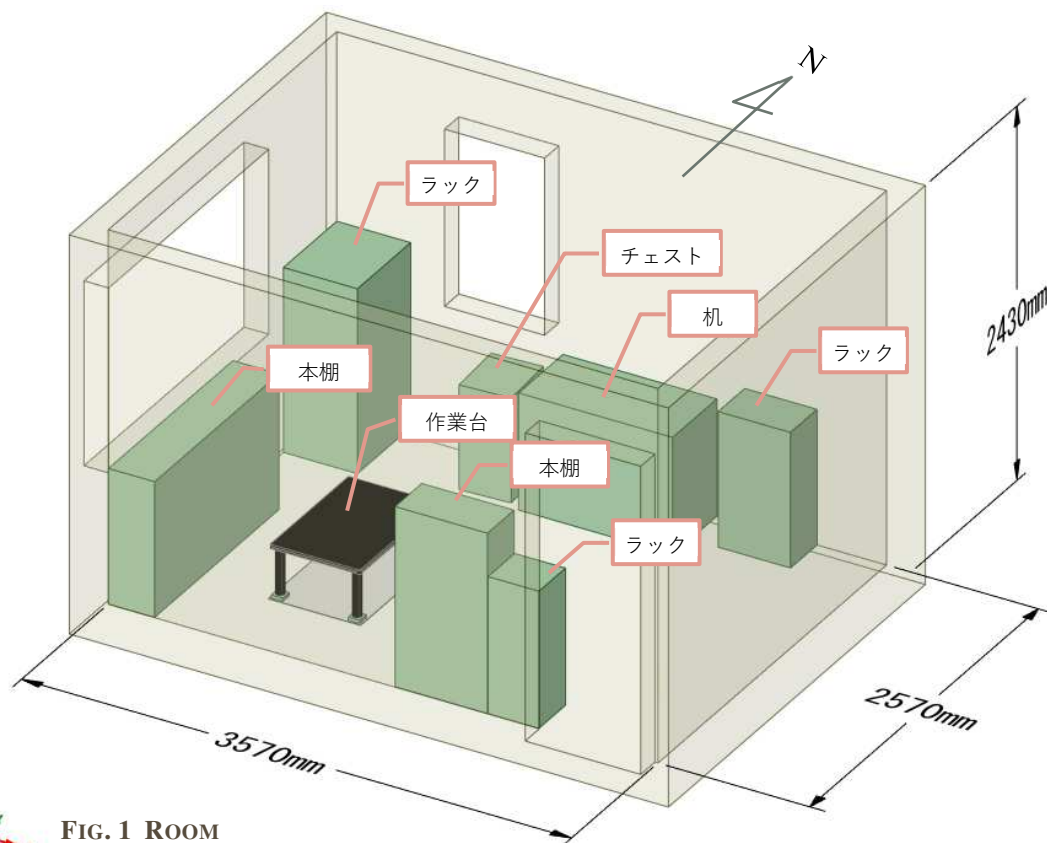


FIG. 1 ROOM

システム設計

今回のシステム設計のバージョンは Ver. 1.0 とします。制定日は 2019 年 3 月 1 日です。

サブシステムは 2003 年から存在しますが、システム設計のないただの寄せ集めだったので、今回初めてバージョンを設定します。

設計目標

Kinglet では小型スピーカーしか使えないので、低音の再現にはある程度諦めが必要です。

ローエンドは 60Hz (-10dB) を目標とします。それだけ出ているならば、大概の音楽は楽しめると思います。

可能であれば、40Hz を目指します。

プレーヤーにはノート PC を用います。この PC は測定器として使用するためにこの部屋においてありますが、これをプレーヤーとしても活用します。部屋が狭いので、別のプレーヤーを置く場所を確保するのは大変だからです。

仕様

◆ 入力ソース

PC で再生可能なメディアすべて

- 音楽ファイル … DSD は最大 5.6M、PCM は最大 192kHz/24bit まで
- ラジオ … Radiko、TuneIn 等
- テレビ … 地上波、BS (4K 放送を除く)、CS (Gaudi II の STB からデータを転送)
- 光学ディスク … CD、DVD
- その他、LINE 入力に接続可能なデバイス

◆ プリアンプの入力端子

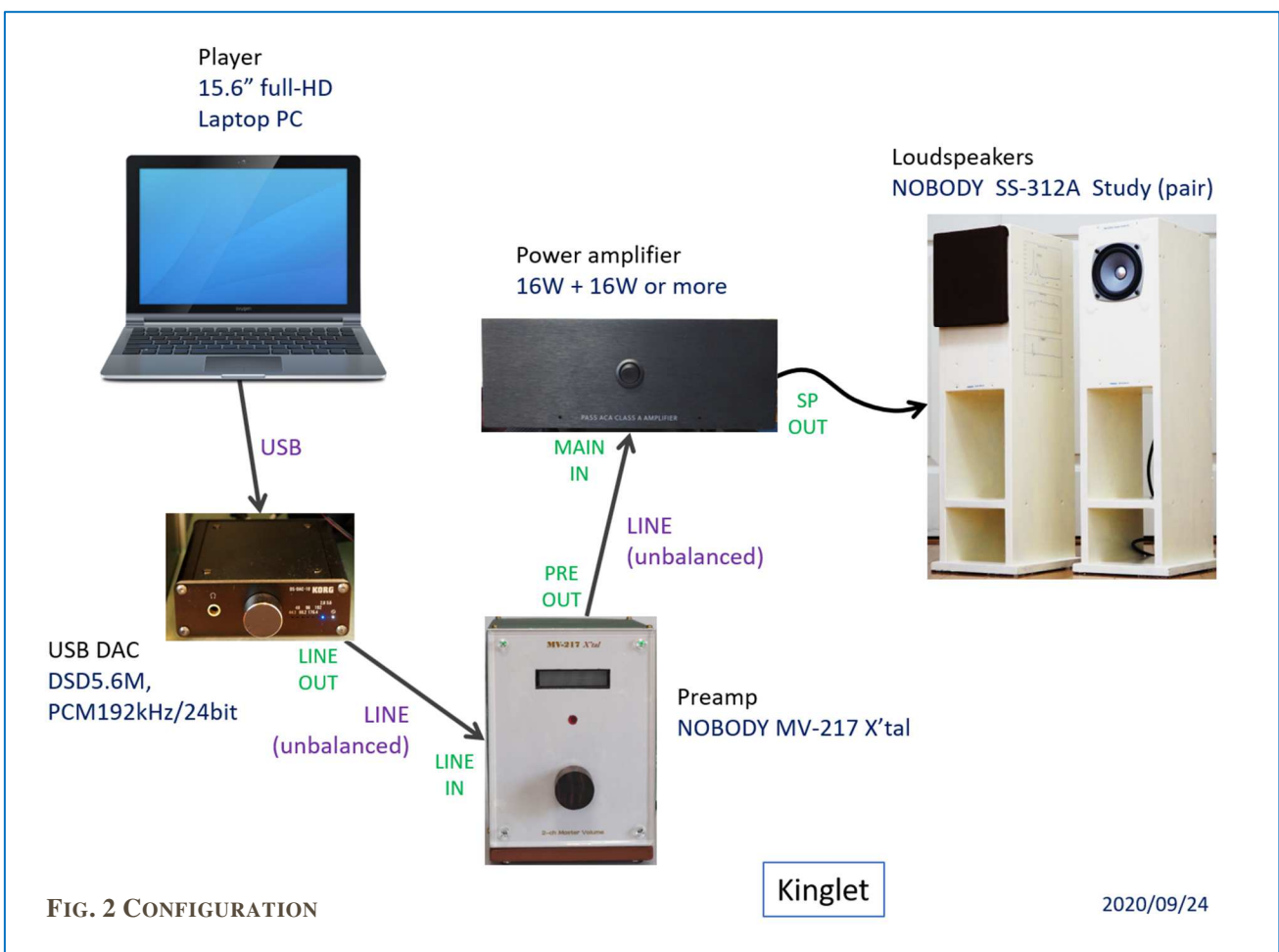
- LINE IN
- AUX

◆ スピーカー出力 (SP OUT) 以外の出力端子

- ▶ PHONES (ヘッドホン端子：3P 標準ジャック)
- ◆ 周波数レンジ
60Hz～20kHz (-10dB)
- ◆ ひずみ率
THD+N：0.01%以下 (プレーヤーから SP OUT までのひずみ率)
- ◆ 最大音圧
100dB (両チャンネル同時出力時、聴取位置にて)
- ◆ 消費電力
100W

機器構成

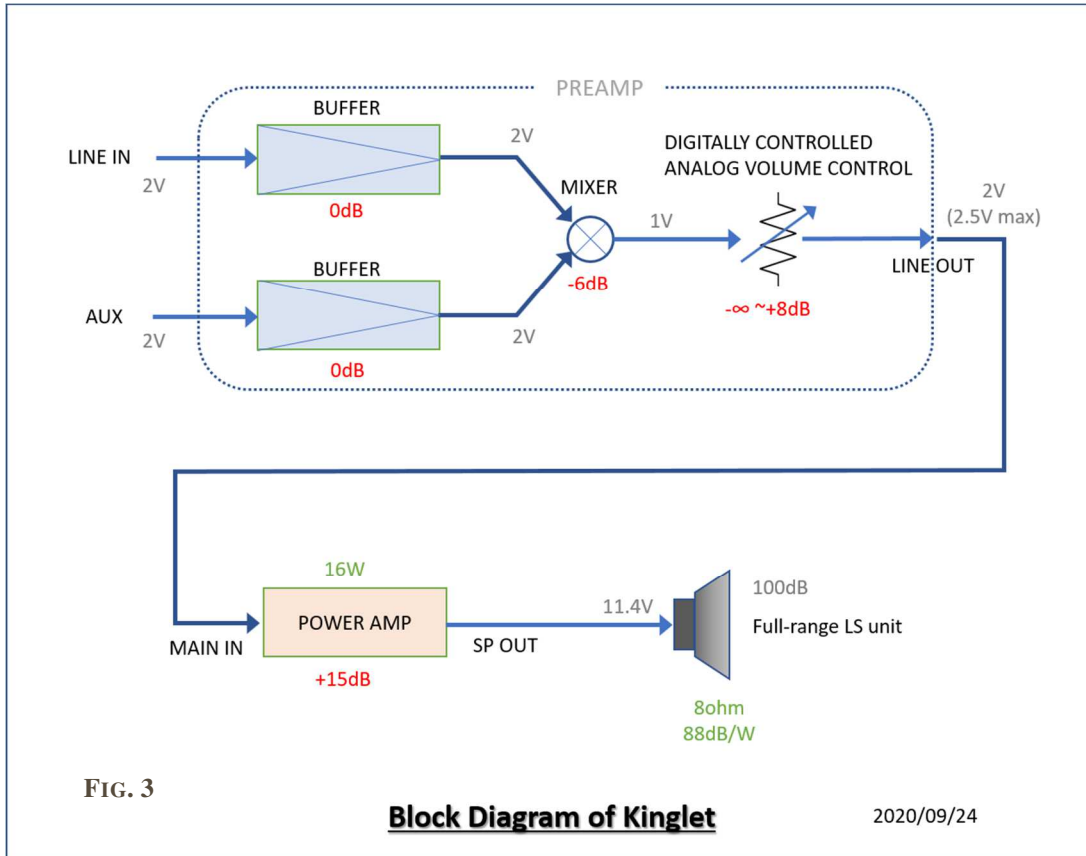
小規模システムながら、セパレートアンプを用いる本格的な構成となっています。プリアンプとして用いる2チャンネル・マスター・ボリューム MV-217 X'tal とスピーカーの SS-312A Study は、Kinglet のために設計・製作したコンポーネントなので、キー・コンポーネントとして使い続けます。その他のコンポーネントは、改良のため変更する可能性があります。

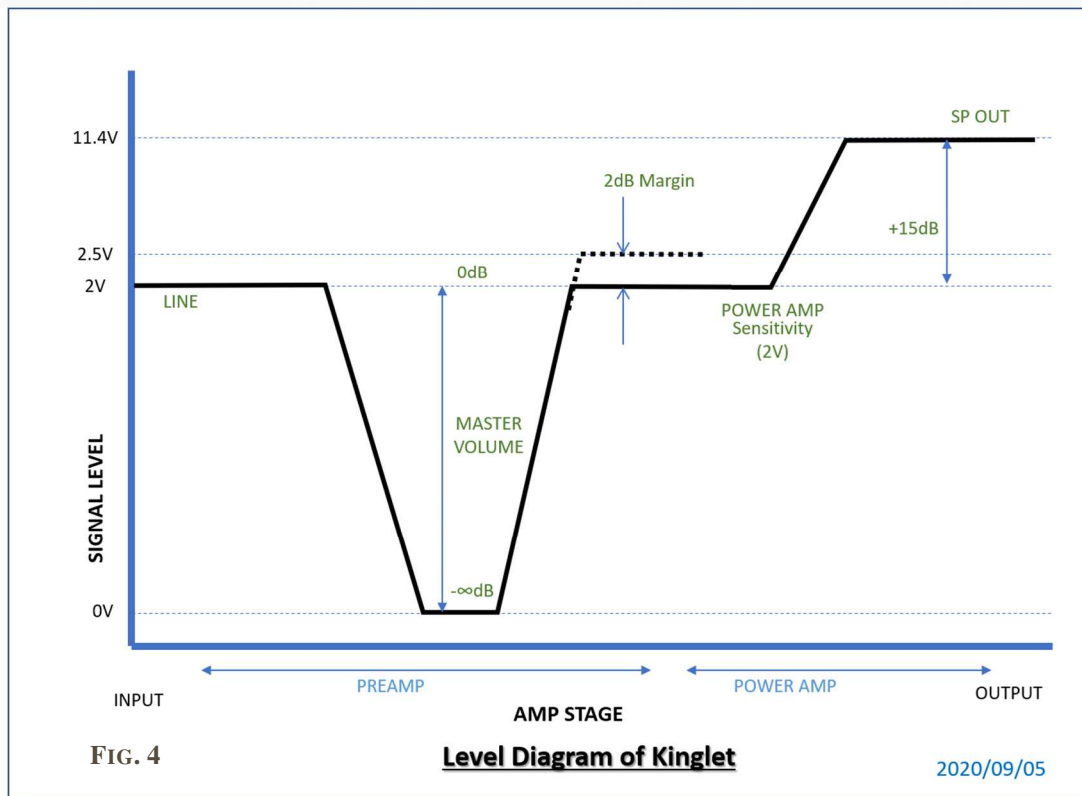


コンポーネント	概略仕様
ノート PC	表示装置：15.6" Full-HD 以上、CPU：第 8 世代 Core i-3 1.6GHz 以上、メモリー：8GB 以上、ストレージ：1.5TB 以上
USB DAC	DSD: 最大 5.6Mbps、PCM：最大 192kHz/24bit、ヘッドホン端子付き
プリアンプ	NOBODY MV-217 X'tal (https://nobody-audio.com/mv-217.html)
パワーアンプ	最大出力：16W + 16W、ゲイン：10dB～20dB
スピーカー	NOBODY SS-312A Study (https://nobody-audio.com/ss-312.html)

最大出力とゲイン

- ◆ プリアンプの最大出力
2.5V 以上（実効値）
- ◆ パワーアンプの最大出力
チャンネルあたり 16W 以上
- ◆ 各増幅段のゲイン
ブロック図とレベル・ダイアグラムを参照





配置

最も重要なのはスピーカーの設置位置ですが、SS-312Aは小型・軽量なので、簡単に移動できます。標準の位置は定めませんが、適宜より好ましい位置に移動させます。

標準の位置は作業台の両脇です。この作業台は、音響的には好ましくない存在ですが、この部屋を実験室として使用する際には、最も重要な家具となります。作業台を置く位置は、オーディオ装置も優先します。

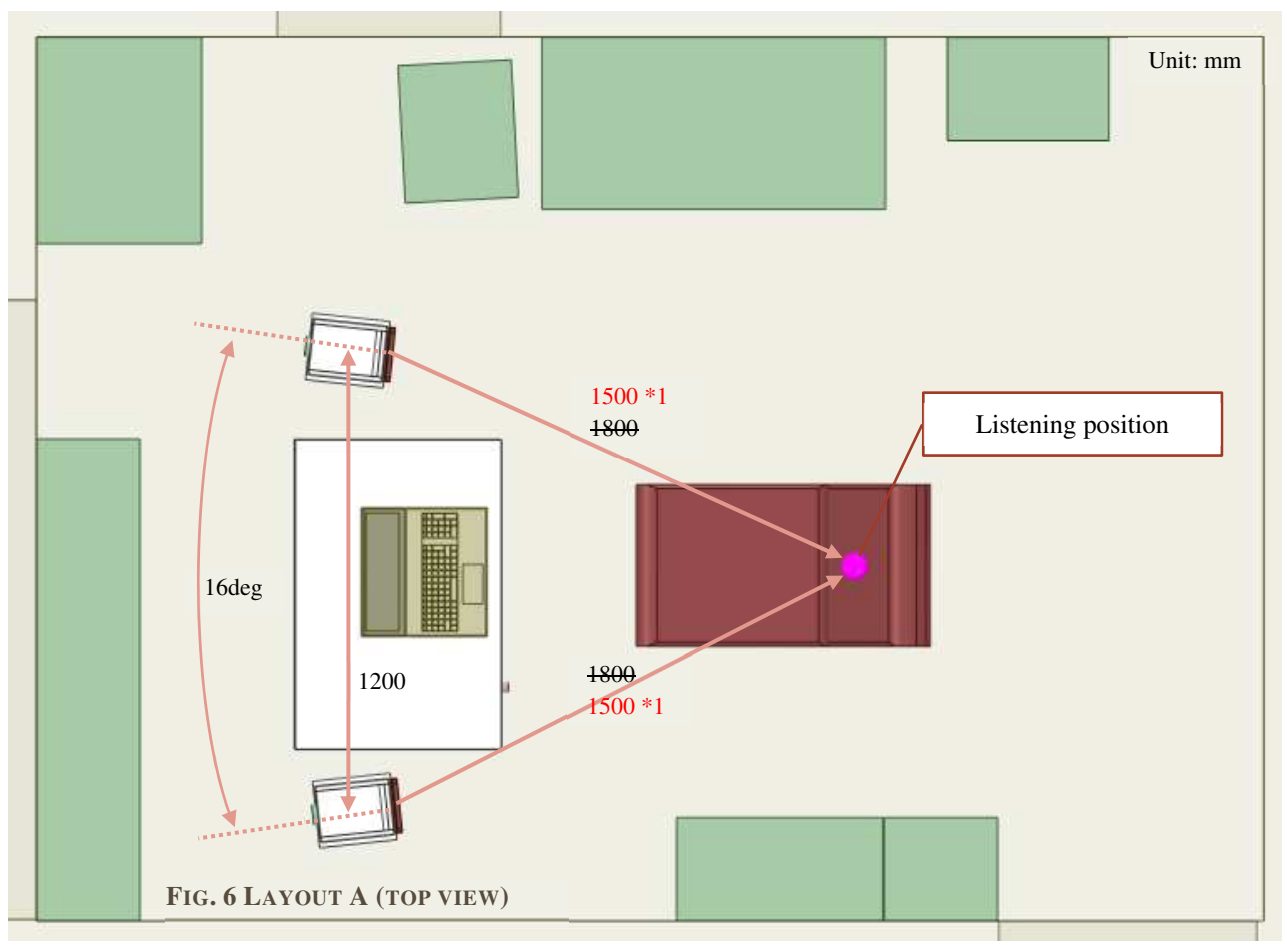
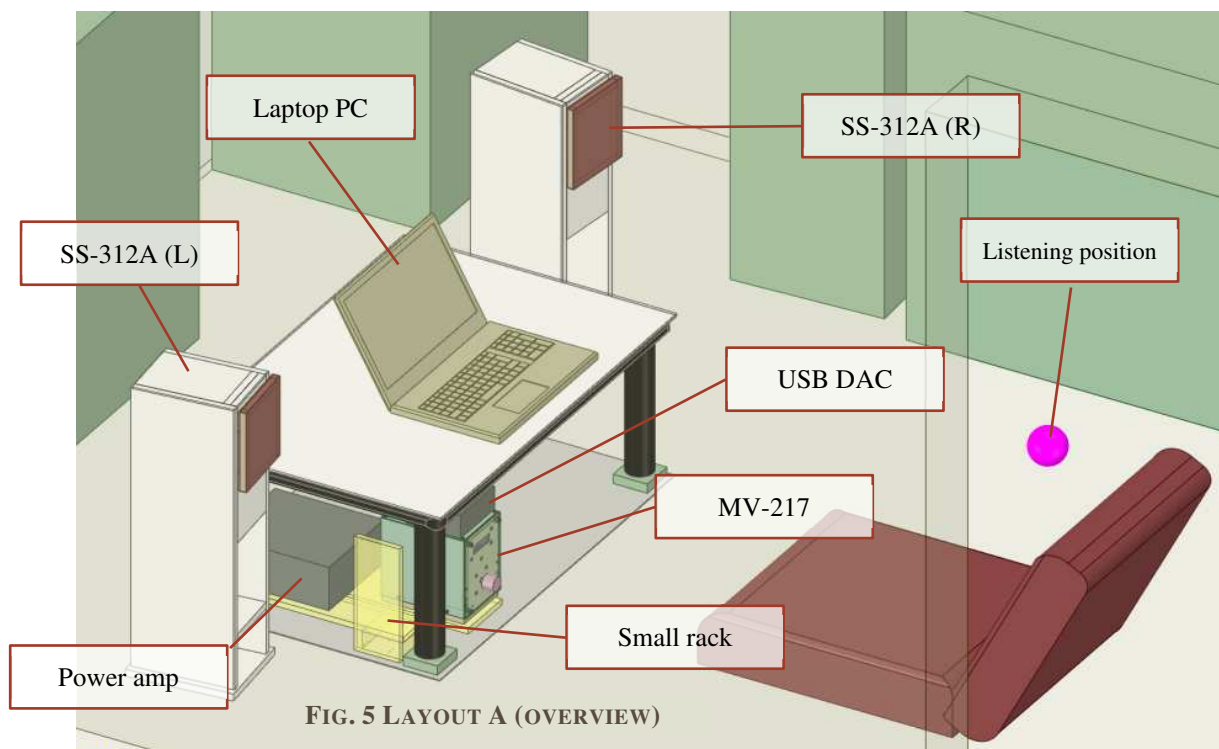
聴取位置は、作業台の前です。その位置に座布団ないし座椅子をおきます。休憩しながら音楽を聴く時は、座椅子を少しリクライニングして使います。聴取位置は部屋のほぼ中央に位置します。

聴取位置の床からの高さは、かなり低くなります。スピーカー・ユニット（SPユニット）の高さは540mmですが、ほぼそれと同じくらいになります。床からの一次反射による音質劣化の心配がありますが、低音を増強する効果もあるため、妥協します。

ノートPCは作業台の上に置きます。アンプ類は作業台の下に置きますが、床の上にじかに置くと埃をかぶりやすいので、床の上に小型ラックを置き、その上にアンプ類を置きます。この小型ラックは、作業台のサイズに合わせて自作します。

Fig. 5～7がKingletの配置図です。Fig. 5が俯瞰図、Fig. 6が上方から見た図、Fig. 7が前方から見た図です。図中のスピーカーの位置が標準位置です。この配置をLayout Aと呼ぶことにします。

トーン（スピーカーの角度）は 16° とします ($8^\circ + 8^\circ$)。この角度はスピーカー位置以上に重要です。誤差が 2° 以上になると音質、特に音場再現性に影響を及ぼします。



*1 [2021/04/06 訂正]

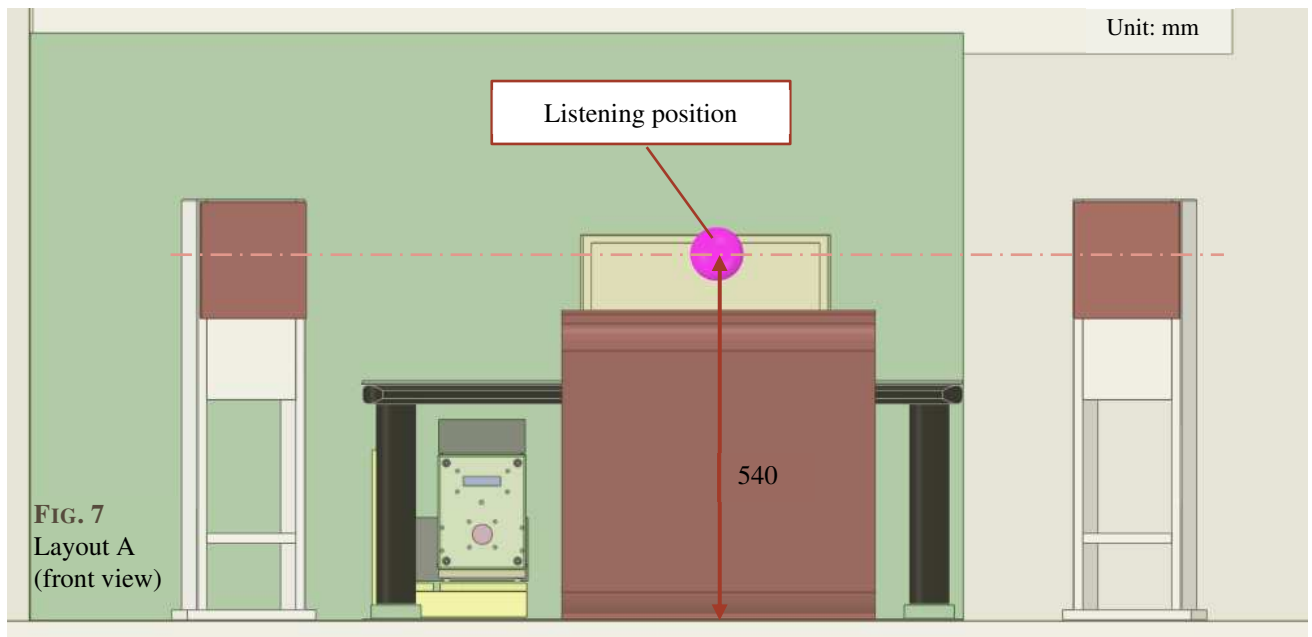
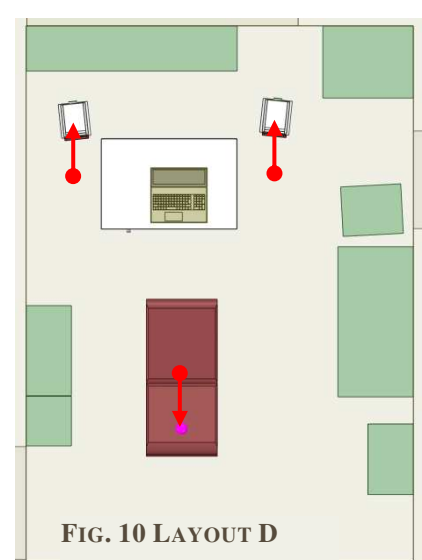
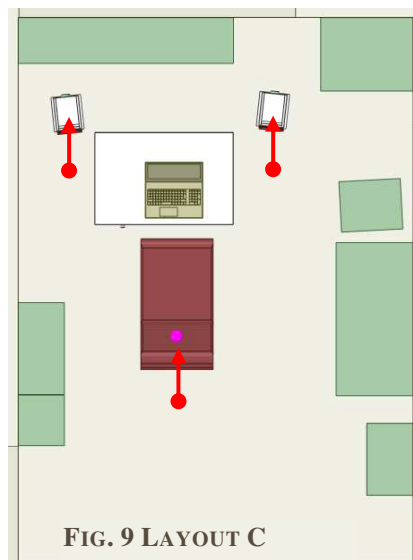
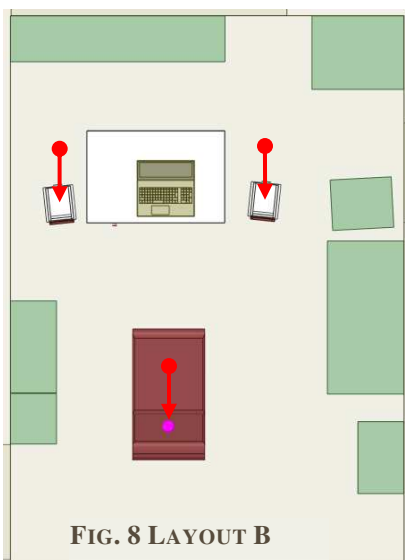


Fig. 8～10はスピーカー位置と聴取位置を目的別に変更した例です。それぞれ、Layout B、Layout C、Layout Dと呼びます。

Layout Bは音楽鑑賞時の設定です。スピーカーと聴取位置を前方（東側）に30cmほどずらします。作業台の音響的影響を軽減します。

Layout Cは映像鑑賞向けの設定です。スピーカーと聴取位置を後方（西側）に30cmほどずらします。ノートPCの画面は小さいので、聴取位置を作業台に近づけ、その分スピーカーを後方に移動させた形です。スピーカーが背後の壁（実際には本棚）に近づくため、低音が増強されます。映画鑑賞によいと思います。

Layout Dはリラックスタイム用の設定です。座椅子の背もたれを深く倒して、半分寝ながら音楽を聴くこと想定しています。



接続

機器間の接続に用いるケーブルには、家電量販店で売られている一般的なものを使用します。ただし、スピーカー・ケーブルはSPユニットにじかにハンダ付けされているので、それをそのまま使います。延長ケーブルなどは使いません。

下表に接続ケーブルの仕様を示します。

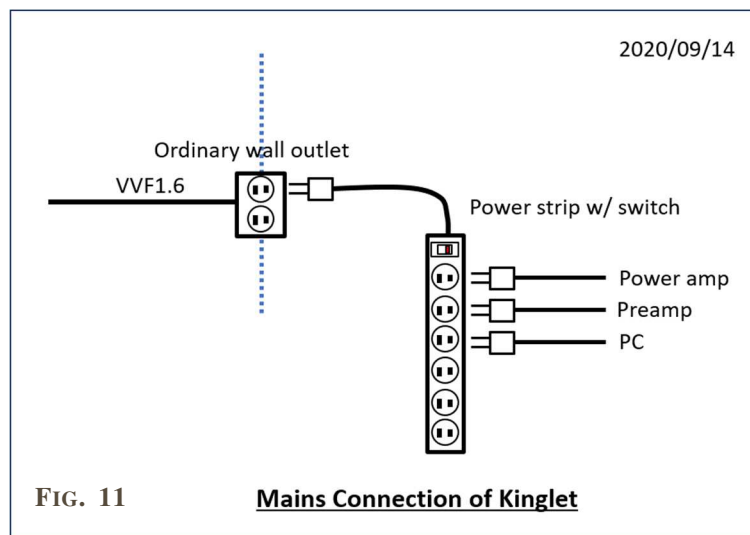
接続機器	線材	長さ	送信側コネクタ	受信側コネクタ	備考
DAC ⇒ プリアンプ	OFC、1 芯シールド	0.3m	RCA プラグ	RCA プラグ	
プリアンプ ⇒ パワーアンプ	OFC、1 芯シールド	0.7m	RCA プラグ	RCA プラグ	
パワーアンプ ⇒ スピーカー	OFC、4 芯 (カナレ 4S6G)	1.8m	Y ラグ	ハンダ付け	SS-312A に付属

AC 電源

AC 電源に関しては、特にマニアックなことはしません。普通の壁コンセントにスイッチ付き電源タップをつなぎ、そこから電源を取ります。アースピンはなしです。

電源ケーブルに関しては、特にオーディオ用のものは使いません。

Kinglet で使用する機器は電源にスイッチング・レギュレータを使っており、AC 電源の電圧変動やノイズ混入の影響をほとんど受けないので、AC 電源に特別なクオリティーは要求しません。



グラウンド電位

メーカー製機器はグラウンド電位がはっきりしません。PCのACアダプターの2次側グラウンドと1次側のコールド端子をチェックしてみたところ、導通していることがわかりました。PC内部で絶縁しているのかもしれませんが、どちらにしても問題が発生起きないように、自作プリアンプ (MV-217) のグラウンド (FG) は浮かしておきます。

部屋の音響

Kinglet を設置する部屋は狭いですし、音調パネルを置くスペースはありません。壁に吸音パネルを取り付ければ、部屋がより狭く見えるので、それもやる気がしません。

ほぼ無対策ということにしますが、部屋のコーナーにラックを置くなど、音波を乱反射させる工夫をするつもりです。

実際のところ、部屋には机、本棚、収納ラック等多くの家具がすでに置かれているので、定在波はあまり発生していません。

制振

Kinglet ではレコードプレーヤー、CDプレーヤー、真空管アンプといった振動に弱い機器を使わないので、振動に関する対策は特に行いません。

実際の Kinglet

現在のバージョンは Ver.1.00 です。

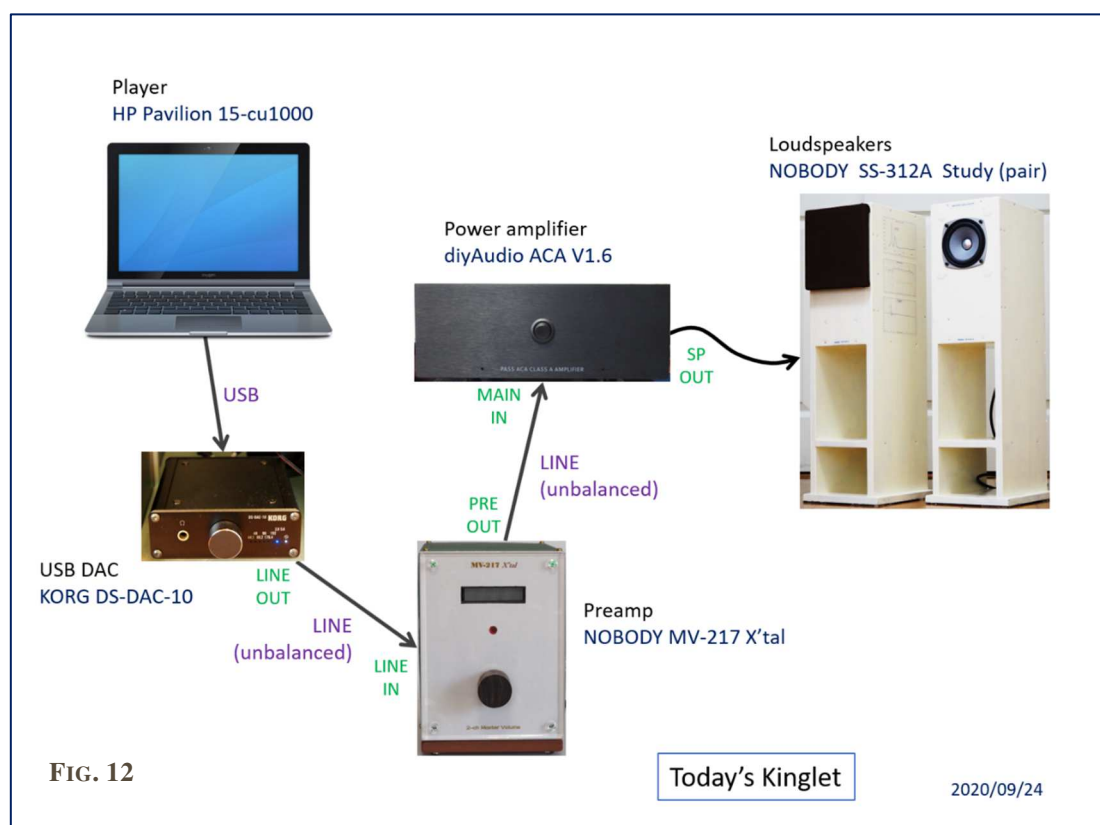
2020年4月に現在の状態になりました。

2020年12月にプリアンプ・パワーアンプ間のケーブルを替えました。

機器構成

ほぼシステム設計通りの機器構成になっていますが、パワーアンプ diyAudio ACA V1.6 の最大出力が目標の半分しかありません。ただ、この目標値は十分な余裕を含んでいますし、部屋が狭いので、実際にはパワーアンプがクリップすることはありません。

コンポーネント	機種	概略仕様
ノート PC	HP Pavilion Laptop 15-cu1000	表示装置：15.6" Full-HD、CPU：第8世代 Core i-5 1.8GHz、メモリー：8GB、SSD：128GB、HDD：1TB、内蔵 DVD ドライブ
プレーヤーソフト	KORG AudioGate 4 Foobar 2000	DSD: 最大 5.6Mbps、PCM：最大 192kHz/24bit (同上)
USB DAC	KORG DS-DAC-10	DSD: 最大 5.6Mbps、PCM：最大 192kHz/24bit、ヘッドホン端子付き
プリアンプ	NOBODY MV-217 X'tal	2入力、2-ch 電子ボリューム (https://nobody-audio.com/mv-217.html)
パワーアンプ	diyAudio ACA V1.6	最大出力：8W+8W、ゲイン：10dB
スピーカー	NOBODY SS-312A Study	10cm フルレンジ・ユニット (Fostex FF105WK) 使用小型スピーカー (https://nobody-audio.com/ss-312.html)
ラック	ACA Rack	作業台の下に設置され、ACA V1.6 と MV-217 を収納するために製作された小型ラック



配置

システム設計通りの配置にしています。

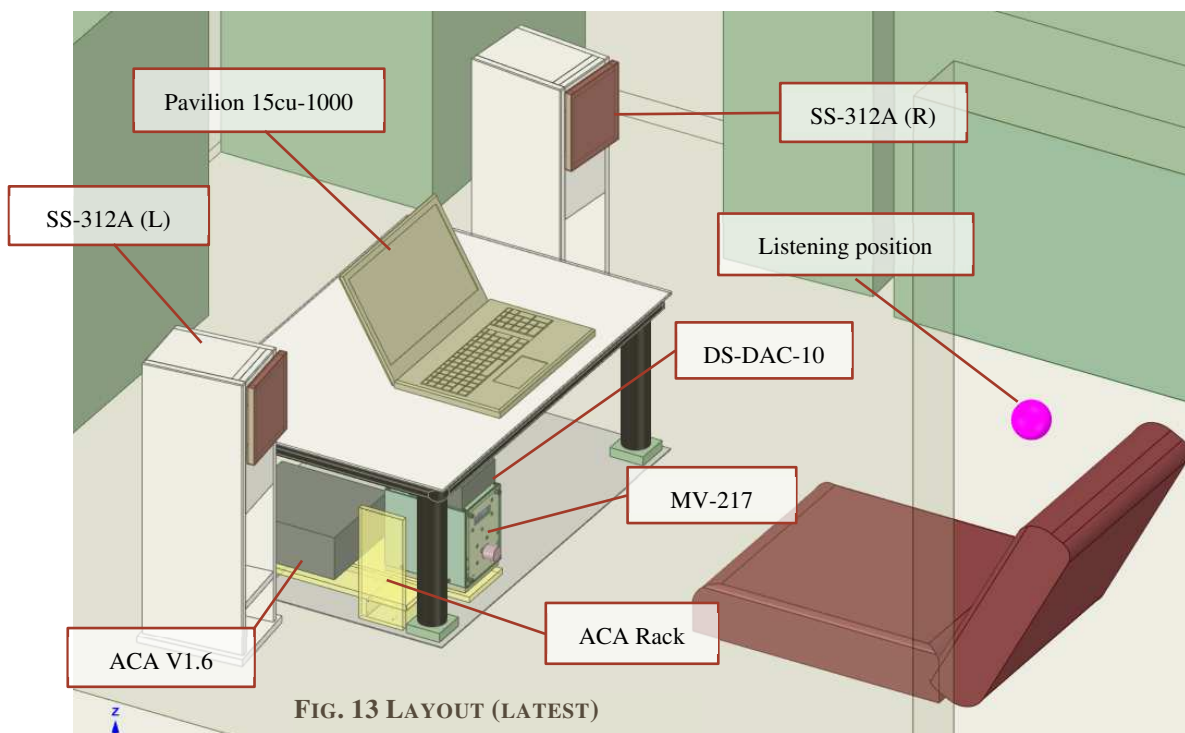


FIG. 13 LAYOUT (LATEST)

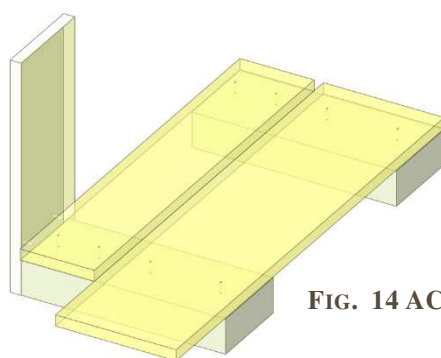


FIG. 14 ACA RACK

接続

プリアンプ-パワーアンプ間のケーブルが、システム設計より長いものになっています。近い将来0.7mのものに交換する予定です。[2020/12/07 変更]{プリアンプ-パワーアンプ間のケーブルは0.5mのものに変更しました}

接続機器	線材	長さ	送信側コネクタ	受信側コネクタ	備考
PC ⇒ DAC	—	1m	USB Type-B プラグ	USB Type-A プラグ	DS-DAC-10 に付属
DAC ⇒ プリアンプ	オーディオテクニカ OFC Audio Cable	0.5m	RCA プラグ	RCA プラグ	
プリアンプ ⇒ パワーアンプ	JVC CN-165G	0.5m	RCA プラグ	RCA プラグ	
パワーアンプ ⇒ スピーカー	カナレ 4S6G	1.8m	M8 Y ラグ	ハンダ付け	SS-312A に付属

AC 電源

システム設計通りに、スイッチ付き電源タップを使用しています。アンプの電源は、電源タップのスイッチを使ってオン・オフさせます。電源タップはオーディオ用ではなく、一般的なものです。

測定

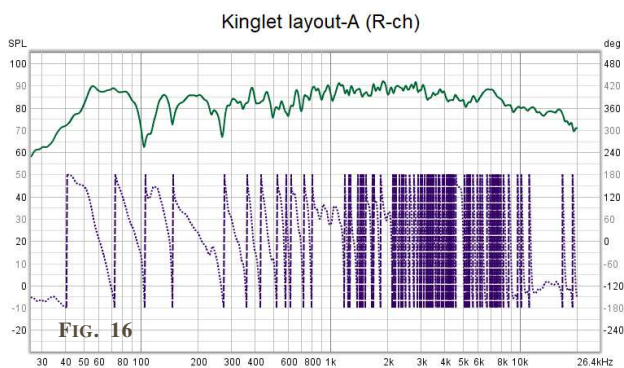
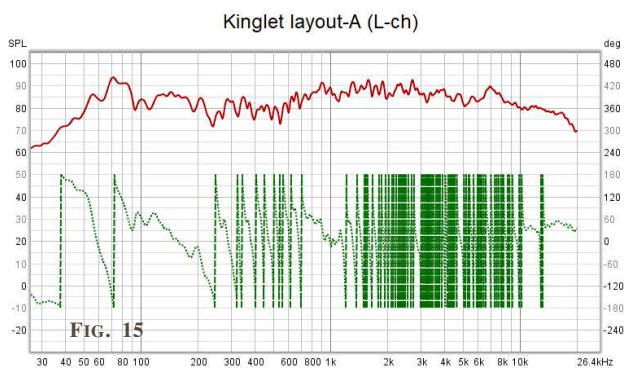
各レイアウトについて (Layout A, B, C)、システムレベル測定を行いました。Layout D については、小音量で聴くことが前提のレイアウトなので、測定が難しいため省略しました。

以下の3種類の特性を測定しました。

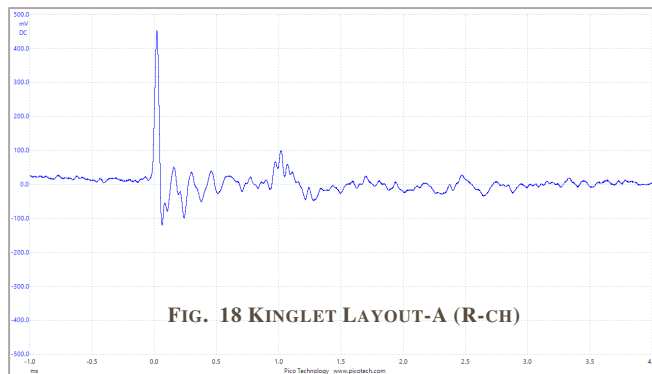
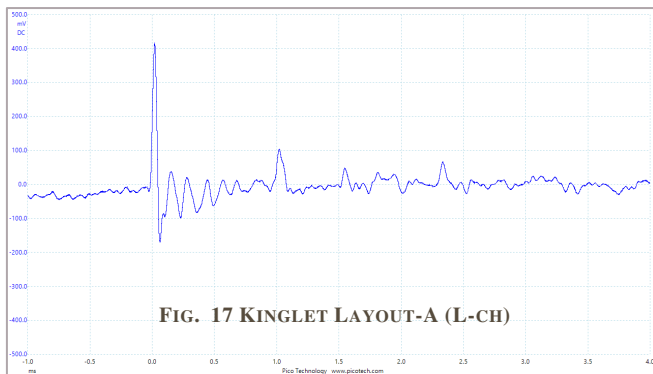
- 周波数領域の性能を現す音圧および位相の周波数特性
- 時間領域の性能を現すインパルス応答
- 総合的性能を現すウォーターフォール・チャート

Layout A

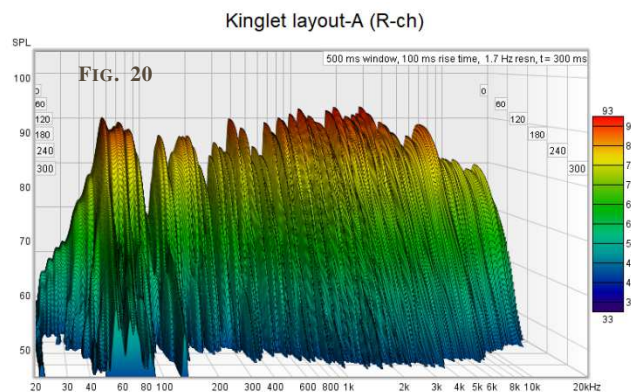
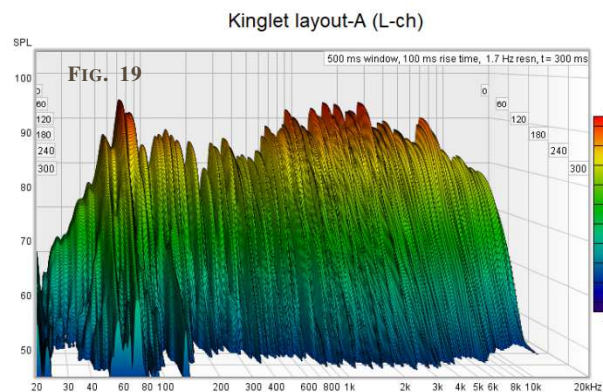
周波数特性



インパルス応答

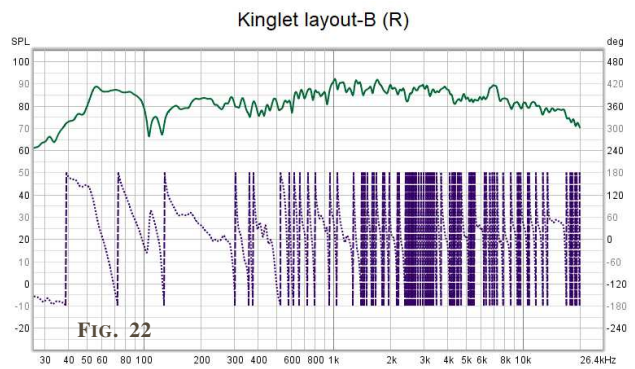
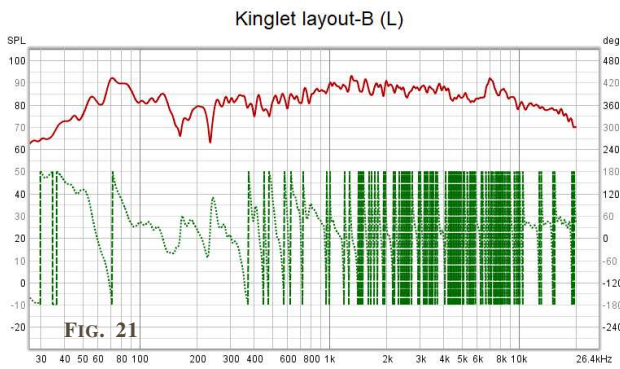


ウォーターフォール・チャート

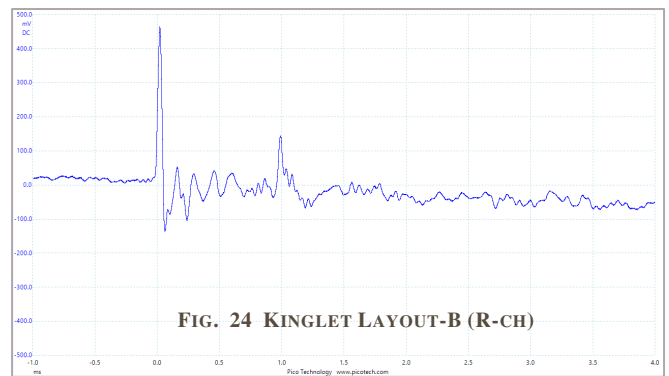
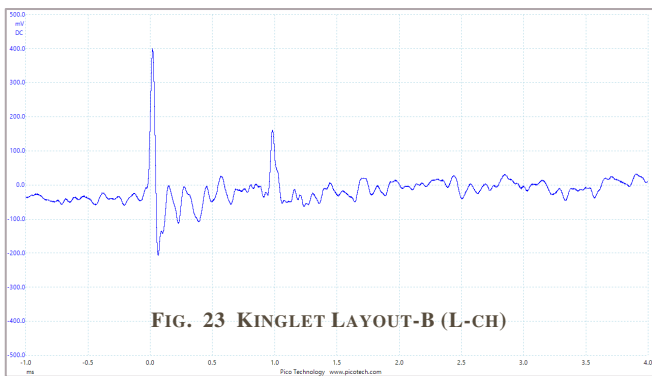


Layout B

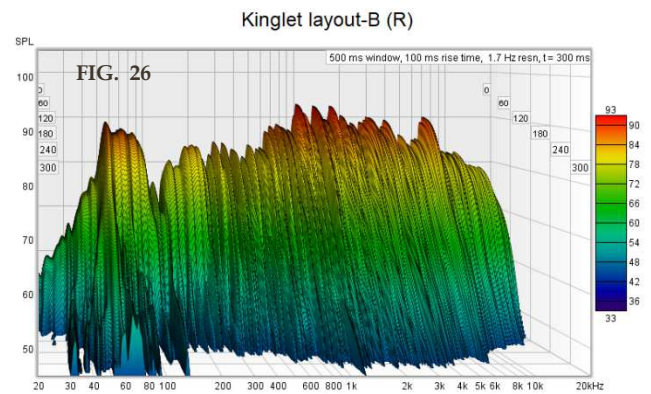
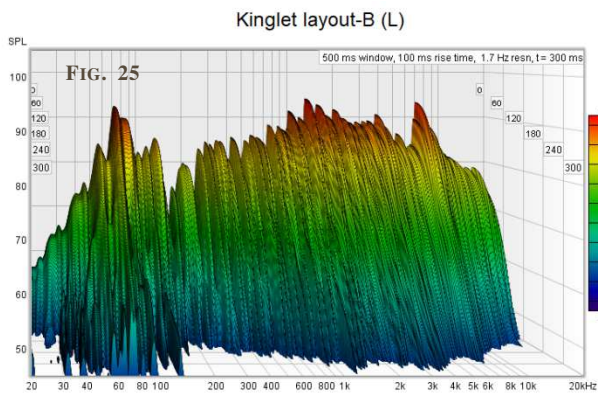
周波数特性



インパルス応答

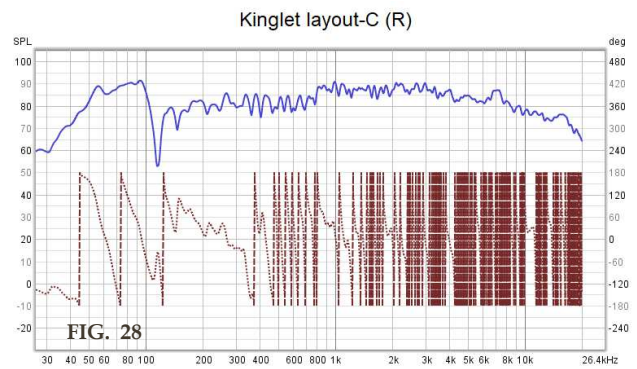
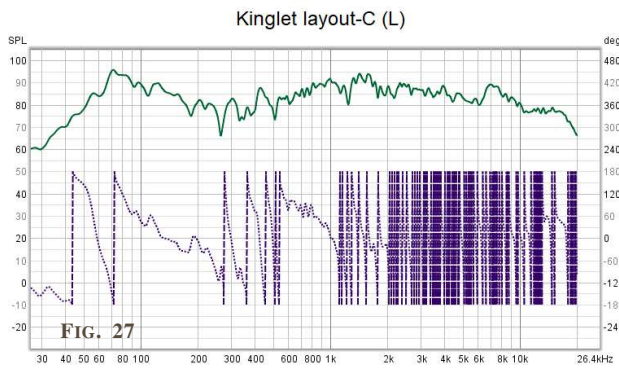


ウォーターフォール・チャート

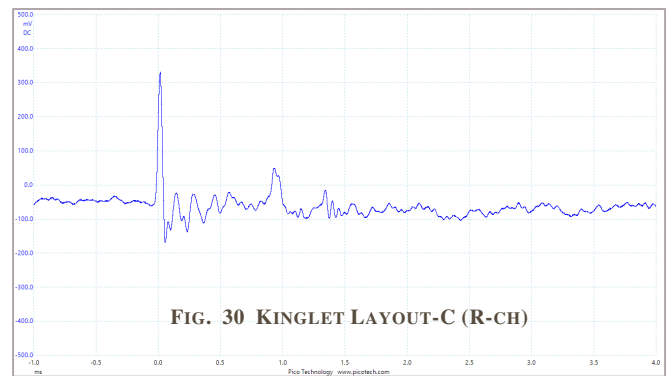
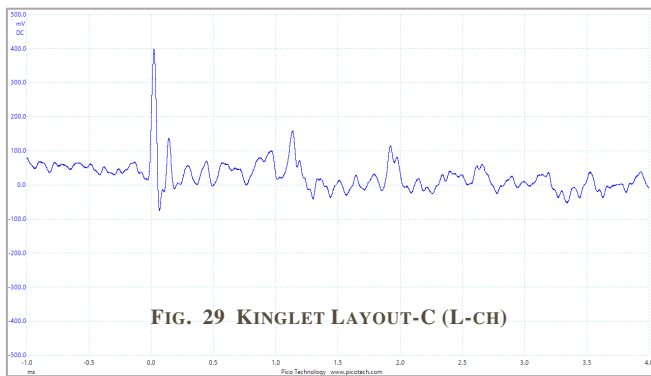


Layout C

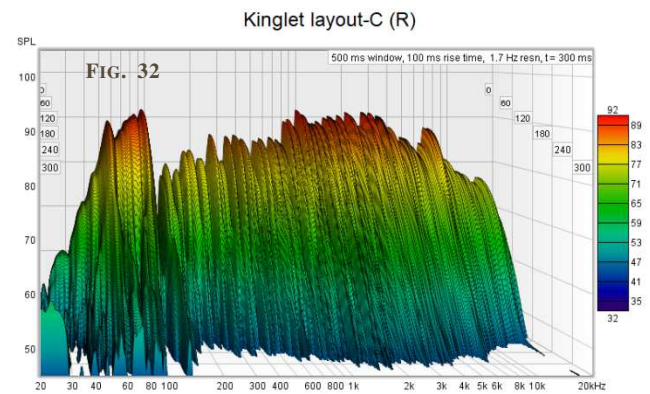
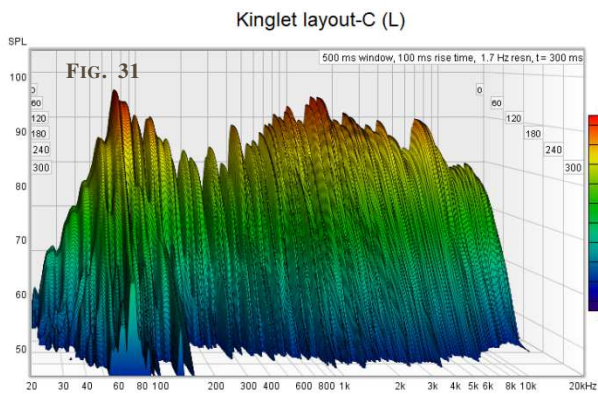
周波数特性



インパルス応答



ウォーターフォール・チャート



考察

擬似無響室測定との比較

Layout A の右チャンネルについて、疑似無響室測定の結果と今回の結果を比較します。

疑似無響室測定の結果は、SS-312 のページ (<https://nobody-audio.com/ss-312.html>) に掲載したものを転載します。

次の図 (Fig.33) は疑似無響室測定、その次が今回の結果 (Fig.34 (Fig.16 と同一データ)) です。

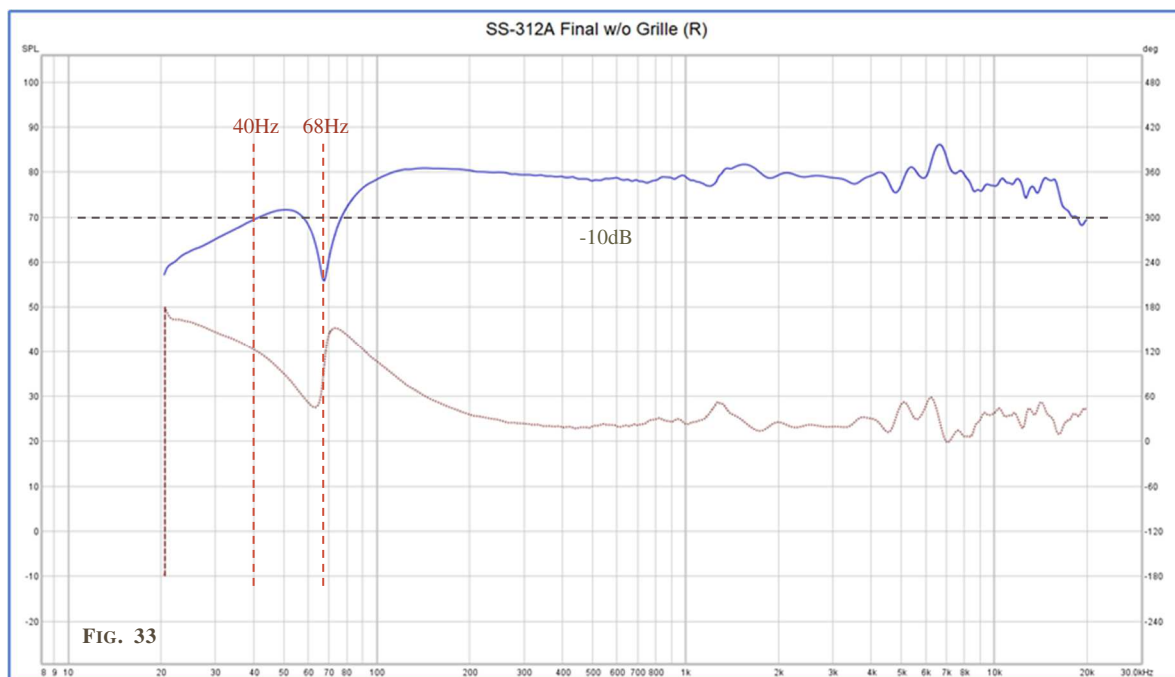


FIG. 33

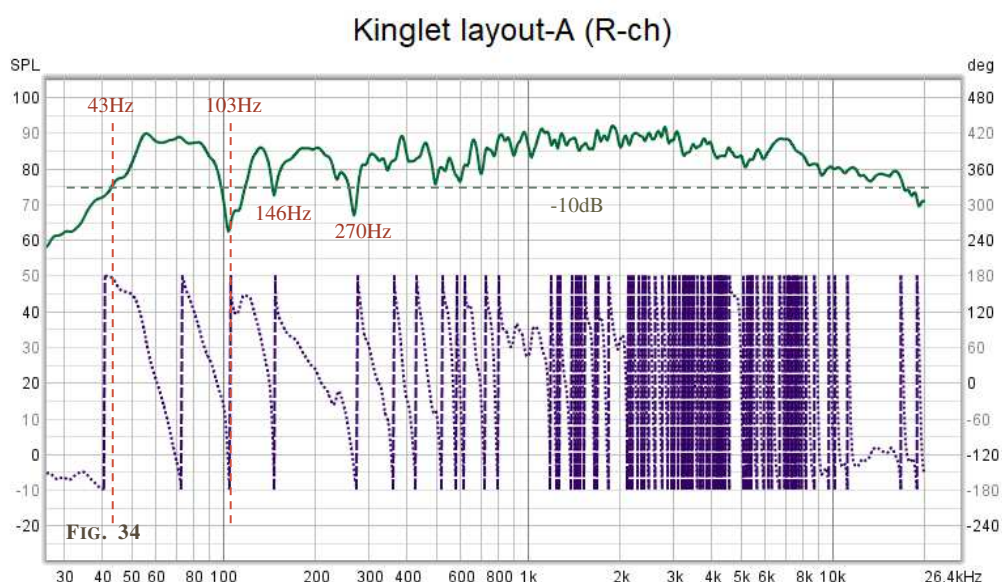


FIG. 34

当然といえば当然ですが、両者には違いがあります。

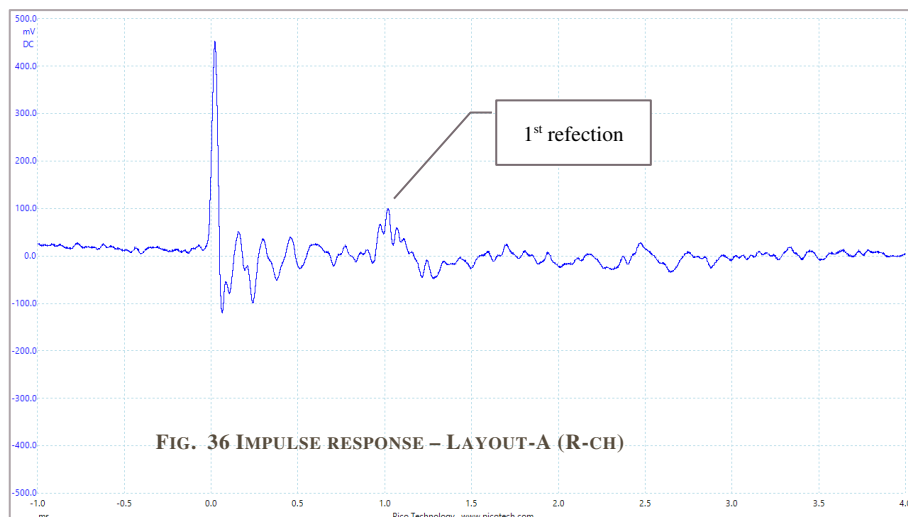
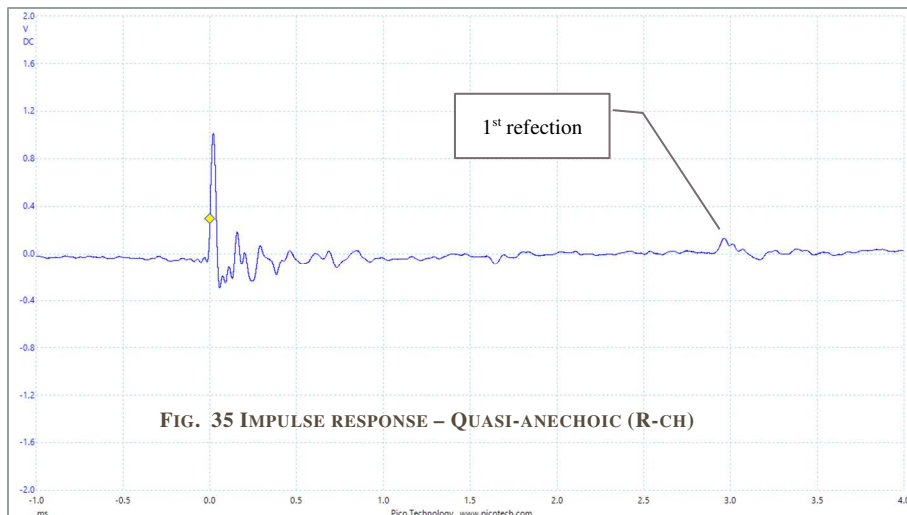
疑似無響室測定 (Fig.33) では 68Hz に深いディップが見られますが、これは SP ユニットから出る音波のみを測定しているためです。システムレベル測定 (Fig.34) では、パステフ・ダクトから出る音波が加わり、さらに床の影響を受け、低音が増強されています。

システムレベルでは低域限界 (-10dB カットオフ) がさらに伸びることを期待していましたが、意外に伸びていません。しかし、50Hz~90Hz の音圧が上がっているため、低音の量感は増えています。これだけ低音が出ていれば、ほとんどの音楽ソースで、低音不足を感じることはありません。

103Hz、146Hz、270Hz の深いディップは、スピーカーのそばにあるスチールラックとその中に収納されているものの影響と思われます。左チャンネルでは、このような深いディップは見られません (Fig.15)。右チャンネルの方が悪条件にさらされていると言えます。

インパルス応答に関しては、スピーカー (SS-312A) を置く場所が異なるので、少し違う波形が観測されました。

Fig.35 が疑似無響室測定でのデータで、Fig.36 が今回の結果です (Fig.18 と同一データ)。



システムレベル測定では、スピーカー・ユニットの高さが床から 540mm と低いので、床からの 1 次反射がより早く、より強く到達します。音響的に好ましいことではないですが、スピーカーの床置きはシステム設計上優先順位が高いので、これで妥協します。

チャンネル・バランスについて

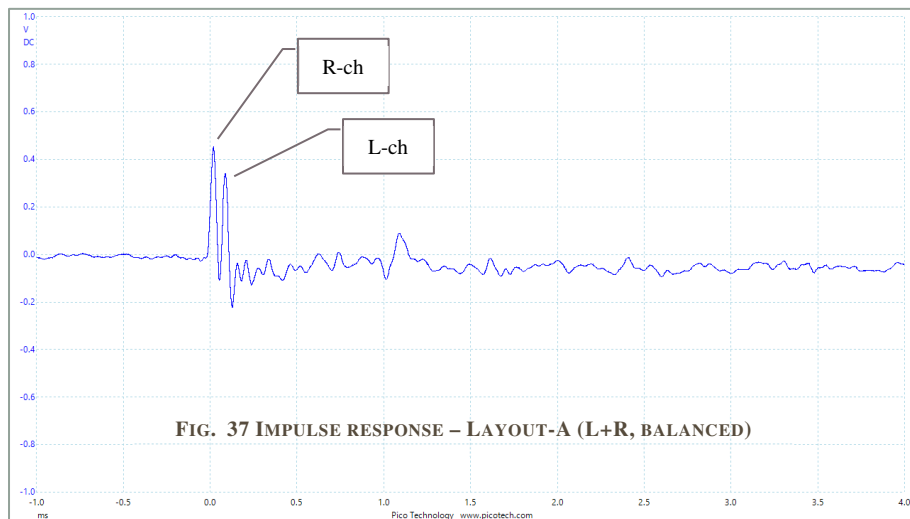
右チャンネルの周波数特性上、100Hz～200Hz に大きなディップが生じるため、音像定位が左に寄って聞こえます。Kinglet のアンプにはバランス調節機能がないので、使用時には、右側スピーカーを本来の位置より数センチ聴取位置寄りにずらしています。

この方法は簡単ですが、効果は大です。

片側のスピーカーを前後方向に移動させると、聴取位置に到達する音波のタイミングが、左右でずれることになります。

Fig.37 は、両チャンネル同時にインパルスを出力した時の波形です。右チャンネルのインパルスのほうが先に聴取位置（マイクの位置）に到達しています。

このことが音質劣化につながるかどうかという点、聴感上ほとんど悪影響はありません。それよりもチャンネル・バランスがとれていないことの方が、はるかに大きな欠点となるので、普段はこの位置に右スピーカーを置いています。



Layout B は他の配置に比べて、左右の特性差が少なくなっています (Fig.21、Fig.22)。Layout B は音楽鑑賞の配置です。システム設計時の狙い通りの結果です。

ウォーターフォール・チャートから分かること

ウォーターフォール・チャートを見ると、どのレイアウトでも低音域の残響が長いことが分かります。これは意外な結果でした。石膏ボードの壁は低音を通しやすく、中高音を反射しやすいと思っていたのですが、そうではありませんでした。

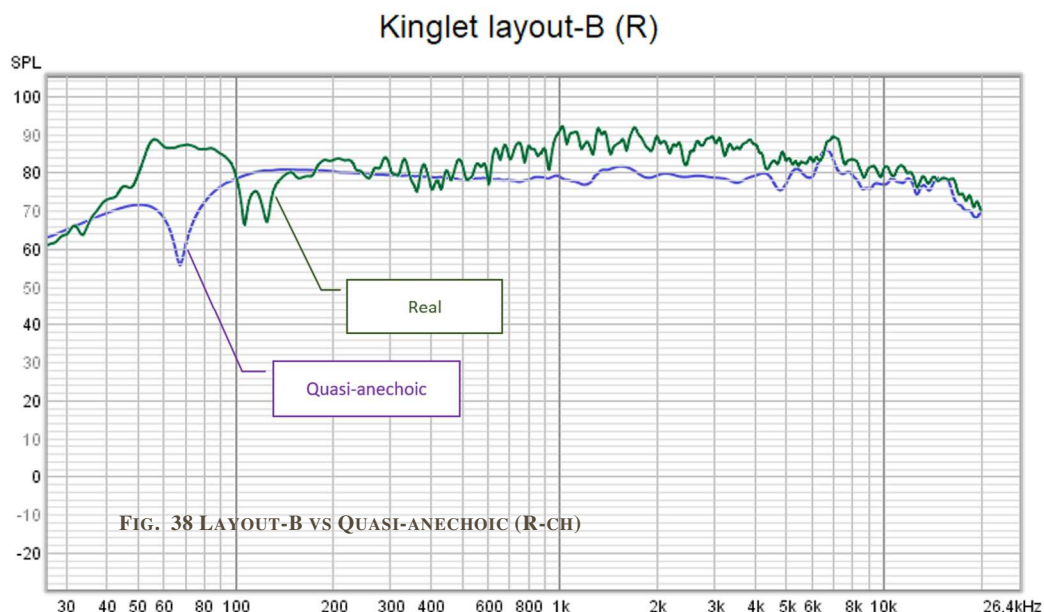
おそらく、部屋の中にある本棚などの家具や、本棚の中の本が低音を受け止めているのだと推定します。

120Hz~300Hz では、音圧は低めで残響時間も短いですが、スピーカーの周辺にあるものがこの領域の音を吸音しているものと思われます。

疑似無響室測定の有効性

システムレベル測定は実使用条件での測定であり、自分の耳に入ってくる音と同じ音をマイクで拾って測定しているので、音質を直接的に表していると仮定できます。それでは、システムレベル測定だけやればよく、疑似無響室測定は省略しても構わない、といえるでしょうか？

Fig.38 は Layout B の測定結果と、疑似無響室測定の結果を重ね合わせた音圧周波数特性です (どちらも右チャンネルのデータ)。深緑色が Layout B の特性、青紫色が疑似無響室測定の結果です (音圧を揃えるのに失敗してしまいました。Layout B の曲線を下に 2 目盛 (-4dB) ほどずらして見てください)。



システムレベルでは、かなり凸凹した曲線になっています。この凸凹は、位相ずれと関連しています。Fig.22に示す通り、位相曲線はぐちゃぐちゃで、多くの周波数で反転しています。100Hz~400Hzの領域では音圧は低めで、1kHz~4kHzでは高めになっています。

この特性図を見ると、部屋の音響によって再生音に色付けがされているように見えます。しかし、聴感上は特にハイ上がりのように聞こえませんし、モニター・ヘッドホン（AKG K245）と聞き比べてみても、ヘッドホンと同じようなフラットな特性の音に聞こえます。

このことは、人の知覚には補正機能があり、反射音の影響を弱め、原音に近い音を意識にのぼらせる作用があるために起こります。耳に届く音の特性がFig.38の深緑の曲線であっても、脳内の信号処理の結果、青紫の曲線に近い特性の音になって聞こえる、ということです。

普段生活している部屋の場合、部屋の音響を学習済みのため、この補正機能はより強く働きます。

私は、疑似無響室測定の段階で十分な調整と改良を行い、システムレベル測定は最終確認として位置づけています。疑似無響室測定で良好な結果を得れば、まず間違いなく高音質のシステムを実現できると考えています。

もちろん、システムレベル測定で大きな周波数特性のうねりや極端なピーク・ディップが発見されれば、対処する必要があります。その場合、改良すべきは部屋の音響であり、オーディオ装置ではありません。

自己評価

音質

気楽に音楽を聴くシステムとして、非常に良い音質を実現できたと思います。

超低音は出ないものの、ジャズやポップス系の音楽を聴く限り、低音不足を感じることはあまりありません。

詳しくは、SS-312のページに書いた通りですが、そこでの評価は製作直後なのでかなり厳しめになっています。普通に音楽を聴くには十分な音質になっています。

<https://nobody-audio.com/ss-312.html>

私は風呂上がりに音楽を聴きながら涼むのが好きですが、KingletでボサノバやAORを聴きながら涼むひとは至福の時といっても過言ではありません。

ただ、SS-312Aのグリルを付けたままにしておくと、ボーカルがやや不自然に聞こえます。至福の時に味わいたければ、グリルを外さなければなりません。その点がちょっと面倒です。

使い勝手

使い勝手は、MV-217のボリュームの使いにくさを除けば、おおむね良好です。

MV-217のページに詳しく書きましたが、AEDIO社製の電子ボリューム・モジュールの操作性はお世辞にも褒められるものではありません。ボリュームをゼロ(-∞dB)から最大まで変化させるのに、10秒以上かかるのには閉口します。

<https://nobody-audio.com/mv-217.html>

Kingletのシステム設計では、ゲインに過剰な余裕を持たせていないので、大音量で聴く際には、ボリュームを最大に近いレベルまで上げます。その状態からフェードアウトさせようとする、一生懸命ツマミを回さなければなりません。よくやる操作なので、何とかしたいところです。

外観

Kingletの外観は、とても気に入っています。

特にMV-217の外観は上品でいて、押し出しが強くなく、見るたびに満足度が増していく感じです。

作業台の色は黒ですが、部屋の雰囲気にな合わないので、白地に模様が入ったテーブルクロスを敷き、その上に3mm厚の透明ビニールシートを掛けています。その結果、部屋ともMV-217ともマッチする見栄えとなりました。

PCは作業台の上に置きます。PCの外観は、シャンパンゴールドとシルバーのメタリックな仕上げで、上質な雰囲気を出しています。決して高級機ではありませんが、良いデザインだと思います。

パワーアンプは作業台の下に隠れるように設置しています。ACA V1.6のデザインはなかなか良いですが、パワーアンプとしては平凡です。目立つ場所に置けば、物々しい雰囲気になってしまうので、見えない場所に置くのが最良の策です。

作業台の下の小型ラック（ACA Rack）は、ACA V1.6とMV-217のサイズに合わせて設計しました。さすがに1mmの無駄もなく、ピッタリとアンプ類を収納しています。



[END OF DOCUMENT]

NOBODY Audio

とのちのオーディオルーム 補足資料