

とのちのオーディオルーム 補足資料

オリオスペック canarino Fils9 の評価



2021/11/08

ファンレス PC オリオスペック canarino Fils9 の評価

オーディオ用 PC として購入したオリオスペック canarino Fils9 は、期待に反して様々な問題を抱えていました。3 か月かけて改良と評価を重ねましたが、Gaudi II のコンポーネントとしてふさわしいレベルには到達していません。その顛末を補足資料としてまとめました。

目次

はじめに.....	2
オリオスペック canarino Fils9 の概要	2
オリオスペックについて	2
canarino Fils9 について	2
トラブルシュート	3
品質保証	3
機器構成	3
トラブルの内容	4
キーボード/マウスの不具合	4
Wi-Fi の不具合	4
原因の解明	4
問題の解決	5
オリオスペックの対応	5
オーディオ機器としての評価	6
測定データ	6
周波数特性	6
残留雑音	7
FFT 解析	8
方形波応答	8
インパルス応答	10
EMI (不要輻射)	10
Wi-Fi 電波品質	12
無線キーボード/マウスの受信状態	12
消費電力	13
音質	13
改良	14
方法	14
作業	14
測定	14
改良後の FFT 解析データ	14
改良後の EMI	15
チャンネル・セパレーション	15
改良の効果	16
他の構成との比較	16
DS-DAC-10R を Fils9 の上に置いた場合	16
Fils9 + DS-DAC-10	18
周波数特性	18
残留雑音	18
方形波応答	18

FFT 解析	18
チャンネル・セパレーション	19
音質	19
再生ソフトを AudioGate 4 に変更	19
内蔵サウンド機能を使用	19
DS-DAC-10R を通常の USB ポートに接続	20
まとめ	21
EMI 問題	21
DS-DAC-10R の問題	21
今後の方針	21

はじめに

Gaudi II で用いる DAP (デジタル・オーディオ・プレーヤー) として、PC を用いることを、システム設計の段階で決定しました。ネットでオーディオ用 PC を検索したのですが、思いのほかヒットするものが少なく、ようやく見つけたのがオリオスペックの canarino シリーズです。多少の迷いもあったのですが、他に良い競合が見つからず、結局 canarino Fils9 (以後、Fils9 と呼ぶ) を購入しました。

オーディオ用 PC と銘打った商品なので、優秀な DAC をつなげれば即 DAP として使えると期待しましたが、その期待は見事に打ち砕かれました。トラブル続きでなかなか正常動作しなかった上、Hi-Fi オーディオ用としては性能的に物足りないことが判明しました。

3 か月がかりでようやく Gaudi II のコンポーネントとして使いそうなレベルまで改良しました。その一部始終を以下に記述します。

注：Fils9 は製品と呼べるほど品質管理や品質保証がなされていないので、ここでは「製品」ではなく「商品」と呼びます。またオーディオ用 PC と呼ぶには性能不足なので、「オーディオ用 PC」ではなく「ファンレス PC」と呼びます。

オリオスペック canarino Fils9 の概要

オリオスペックについて

秋葉原で営業している PC ショップです。独自の商品開発も行っていて、特に静音 PC が得意です。有限会社なので、従業員数は少ないと思います。

直販サイトを運営していて、BTO 方式の販売をしています。

<https://www.oliospec.com>

canarino Fils9 について

完全ファンレスの PC です。CPU の放熱は、ヒートパイプを介してケース側面のヒートシンクに熱を伝導して行います。USB DAC 用 USB ポートとして、バスパワーにノイズフィルターを備えた USB ハブを内蔵しています。ケースはオールアルミ製で、オーディオ機器のような外観です。

CPU に最新世代のインテル Core i シリーズを採用していますし、メモリに DDR4 2933 を採用するなど、PC としての性能もなかなか優秀です。

オプションで、オーディオ関連のアプリをいくつかプリインストールしてもらえます。

BTO 方式の販売なので、仕様は注文次第ですが、私が発注したのは以下の仕様ものです。

ケース	シルバー、光学ドライブ用スロット無し
CPU	インテル Core i3 10300T (Comet Lake)
メモリ	DDR4 2933 16GB (8GB x2)
ストレージ	SSD 500GB (SATA)
電源	150W (12V 12.5A) 注
OS	Windows 10 Home 64 ビット
プリインストール	dBpoweramp foobar2000

注: 注文時には 108W (12V 9A) であったが、届いた電源は 150W だった。

ハードウェアの仕様は標準通りです。CPU に関しては、Core i5、i7 を選ぶこともできましたが、音楽プレーヤーとして用いるのであれば i3 で充分と判断しました。

2021 年 2 月 6 日に発注し、2 月 28 日に届きました。購入価格 203,566 円です。オプションで注文した CD リッピングアプリ dBpoweramp の代金 7,106 円を含みます。

他にオプションとして、音楽プレーヤーアプリ foobar2000 (以後 FB2K と呼ぶ) のプリインストールを注文しましたが、こちらは無料でした。

トラブルシュート

Fils9 が実用になるまで、約 3 か月かかりました。トラブルに続くトラブルで、くじけそうになったこともありました。ほとんどのトラブルは Fils9 の問題ではなかったのですが、一つだけ Fils9 自体に見過ごせない欠点があることが分かりました。

品質保証

Fils9 が我が家に届いた時に、宅配の伝票に、「オーディオ機器」と書かれているのを見つけて、これは PC ではなくオーディオ機器なのだという思いが湧いてきて、ワクワクしました。

しかし、翌日開梱したときに、根本的な思い違いをしていることに気がつきました。

迂闊なことに、それまではオリオスペックは PC メーカーなのだと勘違いしていました。オリオスペックのホームページをよく読んでいなかったのです。この時初めて、オリオスペックは PC ショップであることに気づきました。

メーカーでない以上、品質保証部門がなく、商品審査や出荷検査などもやっていないので、品質管理ができていないはずです。

同梱されている書類の中には、取説も保証書もありません。その代わりに、マザーボードとケースのマニュアルが入っていました。完全に自作 PC の世界です。

オリオスペックのホームページには、「一年保証」や「お客様第一主義」といった文言が見受けられますが、具体的にどのように品質を保証するつもりなのか分かりません。

機器構成

PC オーディオとして使用するために、下表に示す周辺機器を追加しました。

種類	メーカー	機種	補足説明
ディスプレイ	シャープ Century	AQUOS 4T-C43AM1 LCD-10000UT	43 型液晶テレビ 10.1 型タッチパネル付ディスプレイ、USB3.0 接続
キーボード/マウス	Logicool	MK240	無線キーボード/マウス・コンボ
Wi-Fi 子機	Buffalo	WI-U3-866DS	11ac 対応、USB3.0 対応
外付け BD ドライブ	パイオニア	BDR-XU03J	ポータブル BD ドライブ、USB3.0 対応
USB オーディオ I/F	KORG	DS-DAC-10R	DSD5.6M、192kHz/24bit ADC/DAC

トラブルの内容

以下のようなトラブルに出くわしました。

1. バックアップを復元できない
2. タッチ・ディスプレイのタッチ機能が正常動作しない
3. 無線キーボード/マウスの動作が不安定
4. BDドライブが正常動作しない
5. Wi-Fi 接続が頻繁に切れる

トラブル 1 はリカバリーディスクで使用されている Windows PE の仕様の問題、トラブル 2 は私の知識不足、トラブル 4 は BDドライブの不良が原因でした。

トラブル 3 と 5 が、Fils9 が抱える問題により起きたトラブルでした。

これだけのトラブルが重なると、あたかも Fils9 自体に問題があるかのように感じられて、この PC を買ったのは失敗だったのだろうか、などと不安になりました。

キーボード/マウスの不具合

セットアップ開始時からマウスポインターの動きがスムーズではないと感じていました。接続機器を追加するにつれ、マウスポインターの動きがさらにギクシャクし、キーボード入力が受け付けられなくなることも起きました。

原因は、Wi-Fi の不具合と共通でした。

Wi-Fi の不具合

Wi-Fi の不具合の原因は、なかなかわかりませんでした。ドライバーの設定が悪い、Wi-Fi 子機が不良品、Fils9 の USB バスパワーの容量不足など、様々な原因を想定し、その想定を確かめるためのテストを行いました。

いずれのテストでも結果は OK となり、原因は一体何なのだろうと悩みました。

3 週間ほどずっともんだしているうちに、ふと気づきました。

結局動作が不安定なのは Wi-Fi と無線キーボード/マウスであり、どちらも電波通信をしているデバイスです。Fils9 が発する不要輻射(空間に放射される電磁波雑音)が電波通信を妨害しているのではないかと、仮説を立てました。

原因の解明

まず、ハードウェアのチェックを行いました。

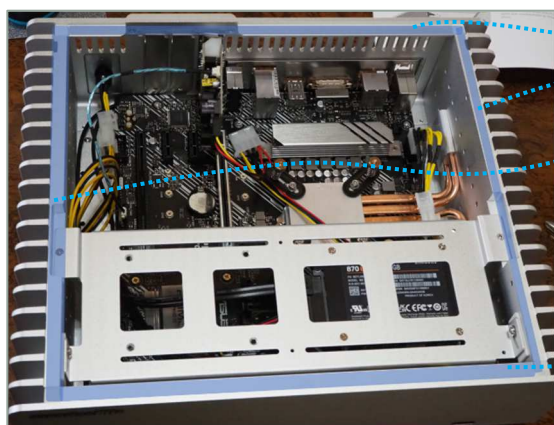
ケースはオールアルミ製で、底板、左右のヒートシンク、フロントパネル、リアパネル、天板が独立した部品になっていて、ネジ止めで組み立ててあります。天板のみ 2.5mm 厚で、その他は 4mm 厚です。

なかなかよくできたケースで、特にヒートシンクはフィンに厚みがあって共振しにくくなっているのが、とても良いと思います。

一つ問題だと感じたのは、パーツ間の電氣的接触が考慮されていないことです。パーツ同士が電氣的に導通していないと、シールド効果が低くなります。

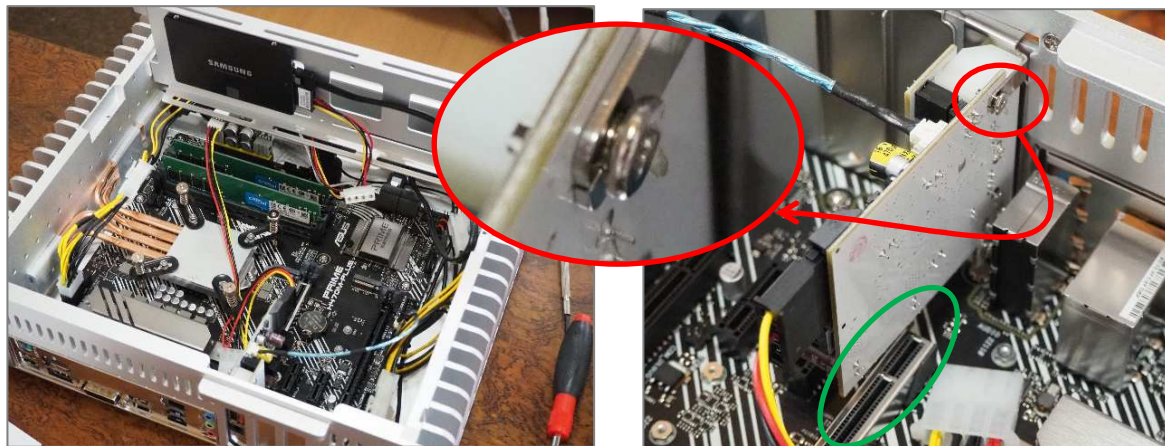
IT 機器の中には、シールド・フィンガーと呼ばれる部品を使って板金間の接触抵抗を減らし、シールド効果を高めているものがありますが、Fils9 のケースには、そのような EMI 対策部品が見当たりません。

下の写真はトップパネルを外した様子を写したのですが、薄青で塗りつぶした部分はトップパネルに接触する部分であり、本来塗装してはいけない部分です。が、塗装されていますし、トップパネル側も全面が塗装されています。ですから、トップパネルと筐体は電氣的に接触しません。



塗装してはいけない部分

もう一つ、これは不安定動作とは関係ないのですが、オリオスペックが売りにしているオーディオ用 USB ハブ SOtM tx-USBhubIn の設計があまり良くないことに気づきました。SOtM tx-USBhubIn は PC に内蔵される増設カードですが、ケースに対して、ネジ一本だけで取り付けられます。ですから、どうしてもぐらつきます。ダミーのカードエッジ・コネクタを設けて、マザーボード上のコネクタに差し込むようにすべきです(右下画像の緑丸部分)。
組立時のミスですが、カードとブラケットを固定するネジがちゃんとしまっていないくて、余計にカードがぐらぐらしていました(右下画像の赤丸部分)。



不要輻射は専用の測定器がないと測定できません。また、正確な測定のためには電波暗室という特別な施設が必要です。個人では正確な測定はできません。

しかし、測定が正確でなくても、どの方向に雑音が放射されているかを突き止めるだけで、対策を立てる上で有用なデータとなります。

考え付いた方法は、レコーダー付き AM ラジオを使って、雑音を録音する方法です。

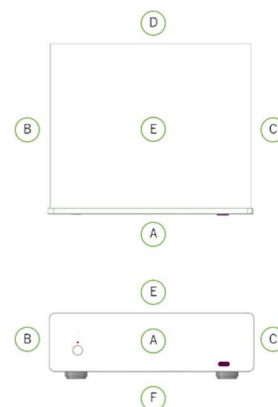
右図に示すように、ケースの前後左右上下の面から約 5cm の位置にラジオを置き、雑音を録音します。ラジオは同調していない状態にします(受信周波数がラジオ局の周波数に重ならないようにする)。実使用に近い条件とするために、Wi-Fi 子機、キーボード/マウス・レシーバー、オーディオ・インターフェースをつないだ状態で録音します。

録音したデータは音声ファイル編集ソフトで再生し、雑音レベルを読み取るとともに、波形を確認します。

使用したラジオの録音レベルは自動調整なので、読み取る雑音レベルには大きな誤差があります。それでも、何もデータがないよりはましです。

この簡易測定の結果、右側面(Cの位置)と背面(Dの位置)から輻射雑音が強く出ていることが分かりました。前面(A)と左側面(B)はそれほど雑音が強くありませんでした。

右側面のヒートシンクには、CPU からくるヒートパイプが接続されています。そのため、CPU が発生する雑音が右側面に誘導されているわけです。



問題の解決

PC から放射される雑音が電波通信を妨害しているという疑いが濃厚になったため、次のような対策を実施しました。

キーボード/マウスのレシーバーを、延長 USB ケーブルを使って、前面近くに配置することにしました。

Wi-Fi 子機にも、同様に延長 USB ケーブルを使います。

この対策で、6 週間近く悩まされ続けていた不安定さがようやく解消されました。

ちょっと頼りない Fils9 ですが、元々オーディオ用 PC は自作するつもりだったので、Fils9 を自分なりに改良してオーディオ用 PC に仕上げることにしました。

オリオスペックの対応

なかなか Fils9 の動作が安定しなかったのですが、気は進まなかったのですが、結局オリオスペックに相談しました。

オリオスペックからのアドバイスは、「デバイスマネージャーの表示の確認」や「接続ポートを換えてみる」など、私が既にやっていることばかりでした。

私の方からは、全接続機器のメーカーと型番を伝え、相性問題がないかどうかを尋ねましたが、オリオスペックからは回答はありませんでした。

オリオスペックは頼りにならないので、上述のように、自分で原因を想定し、テストを実施しました。
各テストの内容とその結果は、逐一オリオスペックにメールで知らせました。

オリオスペックの言い分は、過去にこのような苦情は受けたことがないので、対処の仕方がわからない、という内容でした。(最近このような言い訳「前例がないから対処できない」を耳にすることが増えていると感じるのは私だけでしょうか)

EMI 対策がなされていないことが分かったときに、AV 機器と組み合わせて使う PC であれば、最低でも VCCI クラス B に適合する性能が必要だとオリオスペックに伝えましたが、EMI 測定をしたことがないし、対策も打てない、という回答でした。

オリオスペックはメーカーではなく販売店なので、仕方がないとは思いますが、それにしても、オーディオ用 PC と謳うからには EMI 対策はしてほしいです(専門業者に委託するなどして)。大手 PC メーカーの製品であれば、オーディオ用 PC でなくとも VCCI クラス B に準拠しています。しかもクラス B は、家庭内で使用されるすべての情報機器に課せられた規制であり、Hi-Fi オーディオ用であれば、さらに EMI を減らす必要があります。
これが理由で、私は Fils9 をオーディオ用 PC とは呼ばず、「ファンレス PC」と呼んでいます。

トラブルが 1 か月以上続いたことで、オリオスペックの方から、私が使い物にならないと判断した場合、返品・返金に依る旨のメールをもらいました。これは誠意を感じさせる対応でした。

返品しない旨を知らせた時に、オリオスペックが何も返信をよこさなかったことは、少々腹立たしく思います。こちらのトラブルシュートの内容と、突き止めた原因を細大漏らさず伝えたことに、感謝の一言があっても良かったと思います。

オーディオ機器としての評価

測定データ

Fils9 と下表の周辺機器との組み合わせを DAP(デジタル・オーディオ・プレーヤー)とみなして、測定を行い、評価します。ここでの評価は、Fils9 というよりも、DAC とそのドライバー、および再生ソフトが主な対象となります。

種類	メーカー	機種	補足説明
ディスプレイ	Century	LCD-10000UT	10.1 型タッチパネル付ディスプレイ、USB3.0 接続
キーボード/マウス	Logicool	MK240	無線キーボード/マウス・コンボ
Wi-Fi 子機	Buffalo	WI-U3-866DS	11ac 対応、USB3.0 対応
外付け BDドライブ	パイオニア	BDR-XU03J	ポータブル BDドライブ、USB3.0 対応
USB オーディオ I/F	KORG	DS-DAC-10R	DSD5.6M、192kHz/24bit ADC/DAC
再生ソフト		foobar2000	ドライバーは ASIO

信号源として、テスト信号を保存した 192kHz/24bit の WAV ファイルを使用しました。出力に接続したダミー負荷 (22k Ω) に現れる電圧を測定しました。

周波数特性

下図に周波数特性(f特)を示します。1kHz での出力電圧を基準(0dB)とし、基準からの偏差をグラフにしました。

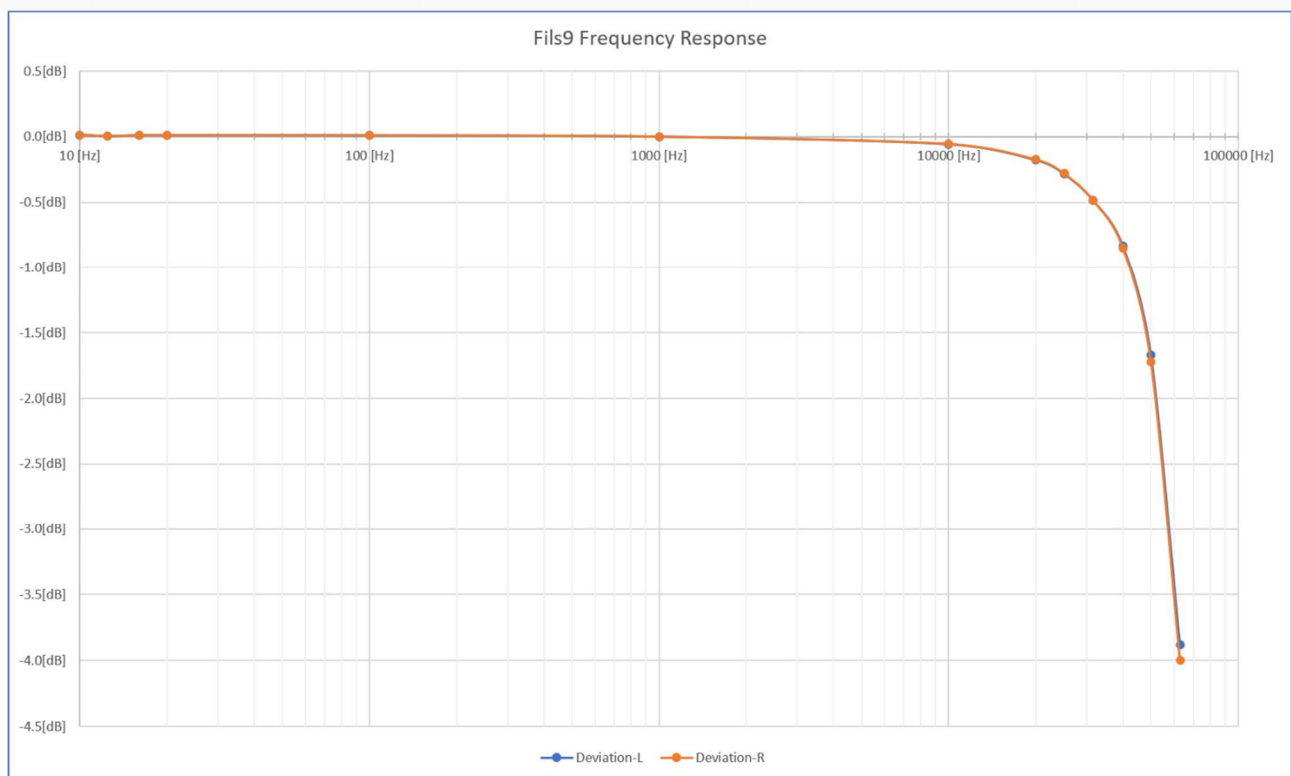
期待に反して、あまり良好な特性とは言えません。高域の特性が物足りません。

-0.3dB カットオフ: 25kHz

-1dB カットオフ: 42kHz

数 kHz から位相変位を起こしているように見えます。

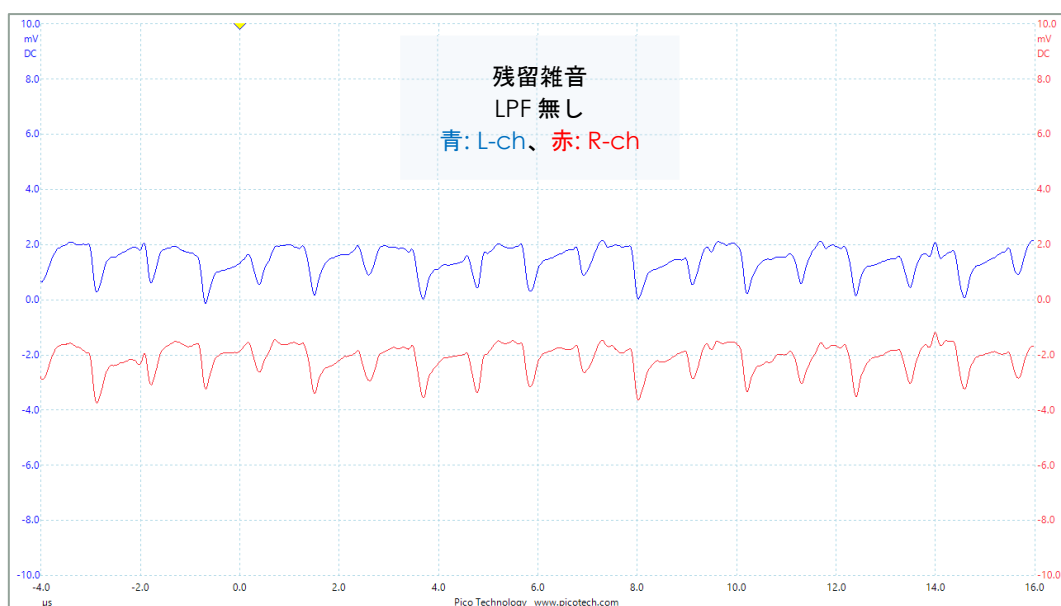
チャンネル間の偏差はありません。



残留雑音

期待に反して、あまり良好な特性とは言えません。高周波雑音が出ていますし、DC オフセットもあります。高周波雑音のレベルがかなり高いので、フィルター（カットオフ周波数が 40kHz の LPF）を使って再測定したところ、可聴帯域内の雑音は少ないことが分かりました。

条件	左チャンネル		右チャンネル	
	AC (rms)	DC	AC (rms)	DC
フィルター無し	507[uV]	1435[uV]	506[uV]	-2117[uV]
40kHz LPF 使用	20[uV]	1374[uV]	19[uV]	-2143[uV]



この雑音は DS-DAC-10R のクロック成分と思われます。周波数は約 920kHz です。

高周波雑音は、業界標準の測定方法ではフィルターで除去されるので、測定結果に現れません。DS-DAC-10R の仕様書には残留雑音の項目はありませんが、もし記載されるとしたら、20 μ V 以下になります (40kHz LPF よりさらに強力なフィルターを用いるため)。

S/N 比は 105dB と記載されていますが、これは高周波雑音を無視しているからこそその数値です。とのちメソッドで測定すれば、0.5mV の残留雑音が発生している以上、S/N 比は 60dB 以下となります。

$$\text{SNR} = 20 \times \log (0.5[\text{V}] / 0.5[\text{mV}]) = 60[\text{dB}]$$

ここで、0.5V は JEITA で定める基準信号の電圧値

可聴帯域外の雑音だから問題にならないとは限りません。トランジスタにしても、OP アンプにしても、1MHz ぐらいでしたら十分すぎるぐらい高い増幅度があるので、アンプ (特にパワーアンプ) に高周波雑音が入力されると、歪の原因になる可能性があります。

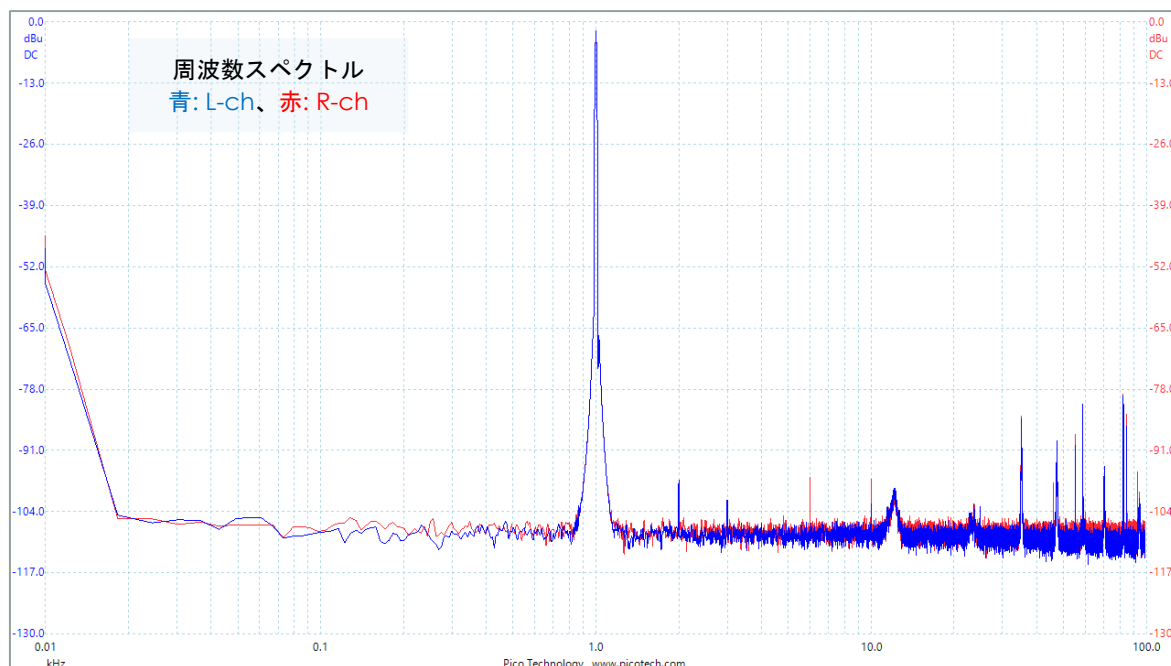
DC 成分が 1mV 以上あるのは珍しいことではないのですが、Hi-Fi オーディオ用に使うコンポーネントであれば、1mV 未満にしてほしいところです。

FFT 解析

入力信号は 1kHz の正弦波です。

左チャンネルの方が、ほんのわずかな高調波が少ない結果でした。

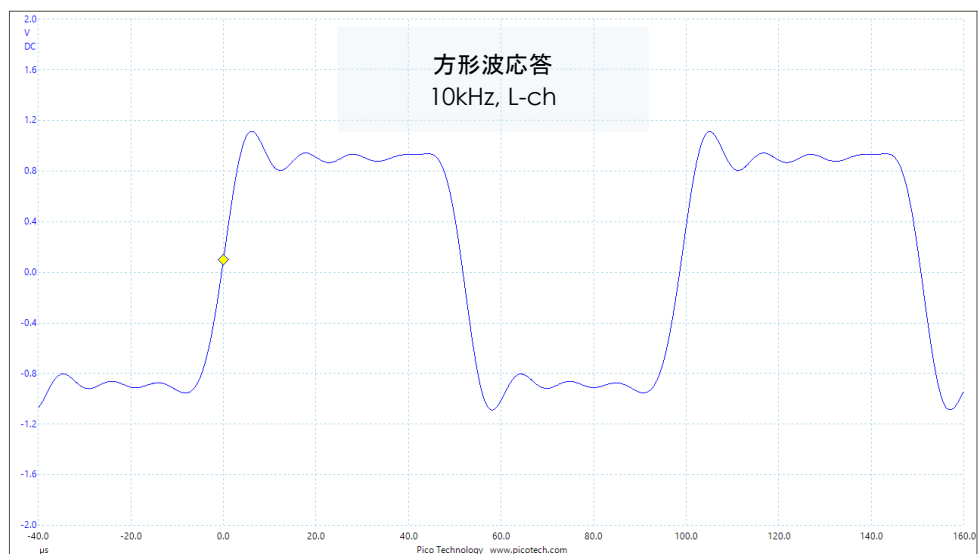
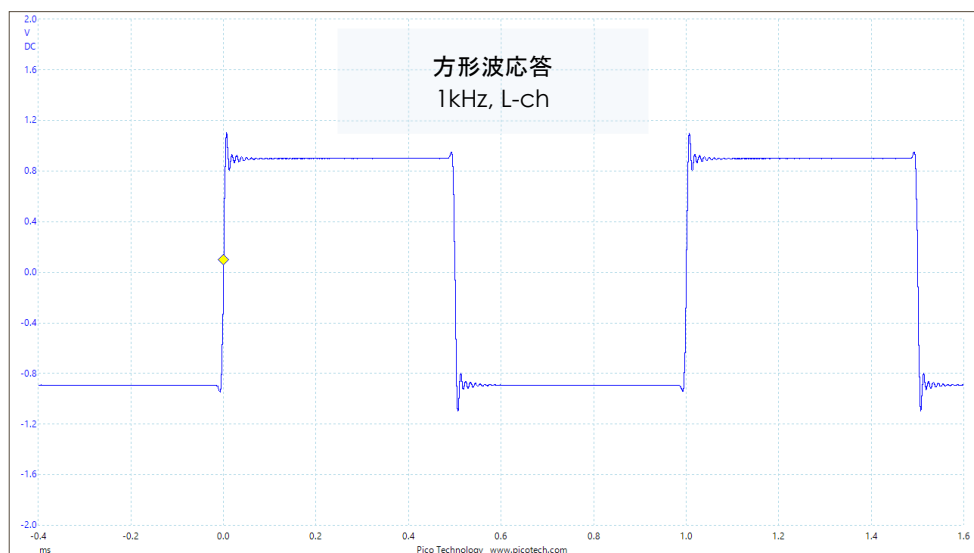
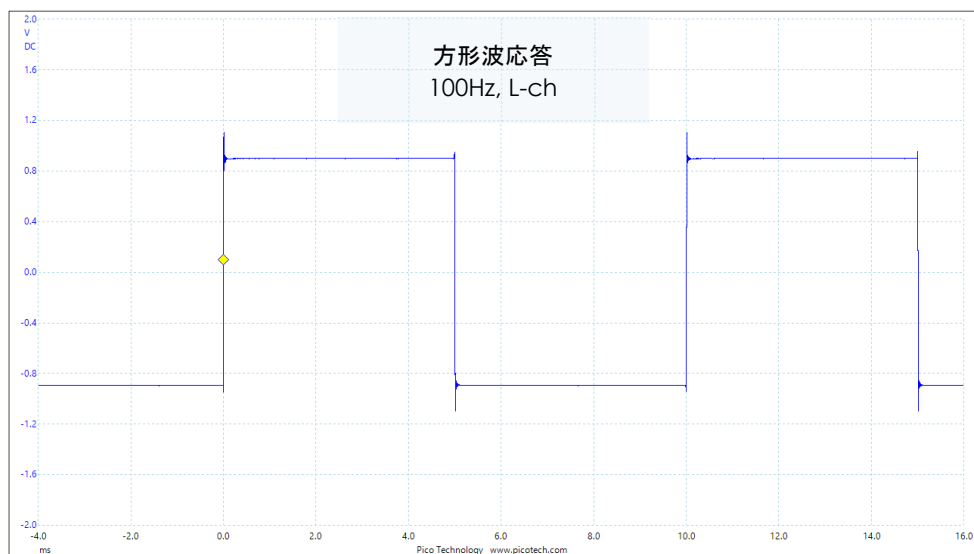
指標	左チャンネル	右チャンネル
THD	0.007%	0.008%
THD+N	-61.76[dBc]	-61.29[dBc]
SFDR	75.66[dBc]	75.39[dBc]
SNR	61.79[dBc]	61.32[dBc]
IMD	0.04%	0.04%



方形波応答

100Hz、1kHz、10kHz の方形波応答を観測しました。両チャンネルとも全く同じ波形だったので、左チャンネルのみ示します。

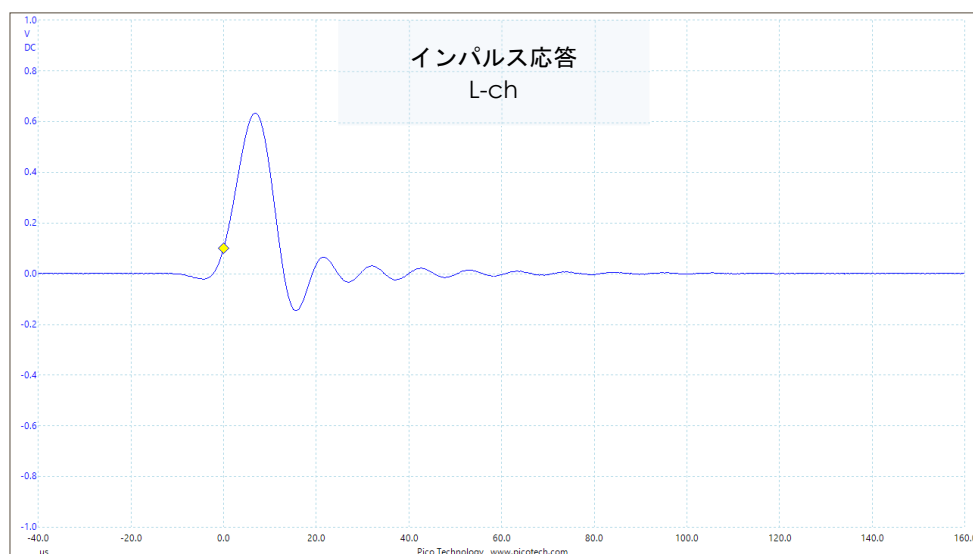
方形波は 192kHz/24bit でデジタルに変換されているので、テスト信号自体ややなまった波形です。



リングングが見られるのが、やや問題です。THD が 0.001% でも 0.1% でも音質にほとんど影響ありませんが、このリングングは多少なりとも影響するはずです。

インパルス応答

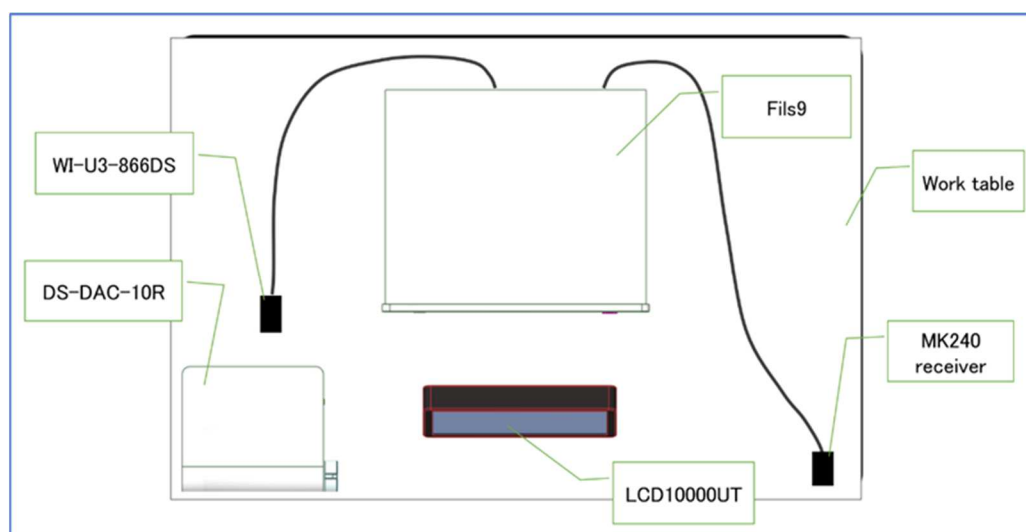
インパルスに対する応答を観測しました。テスト信号は 192kHz/24bit でデジタルに変換されているので、ややなまった波形です。両チャンネルとも全く同じ波形だったので、左チャンネルのみ示します。



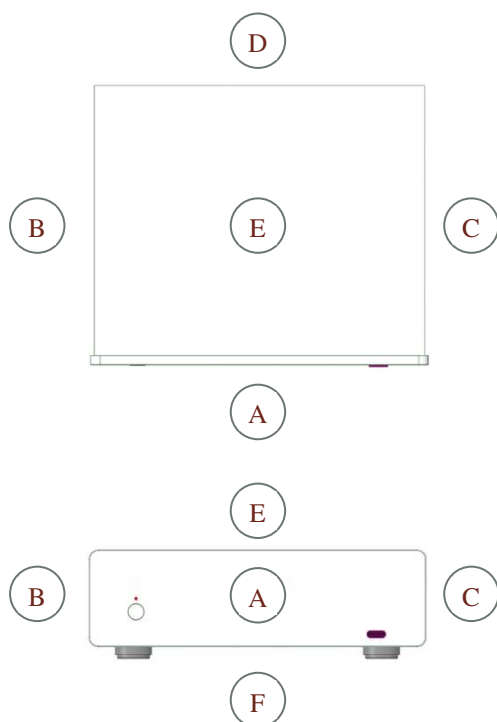
EMI (不要輻射)

私は EMI を測定できる測定器を持っていないので、前述のように、レコーダー付きラジオを使って、簡易測定を行いました。

作業台の上に、下図のように機器を配置します。Wi-Fi 子機 (WI-U3-866DS) とキーボード/マウス (MK240) ・レシーバーは、Fils9 の動作を安定させるために、延長 USB ケーブルを使って接続します。Wi-Fi 子機と DS-DAC-10R が近接していますが、このことは DS-DAC-10R の動作に影響を与えないことは確認済みです (後述のように、Wi-Fi 子機の動作には影響する)。



Fils9 の前後左右上下それぞれの面から 5cm の距離にラジオを配置し (下図の A~F の位置)、雑音を録音します。ラジオの受信周波数は、837kHz とします。私の住む地域では、この周波数を使っている放送局はありません。

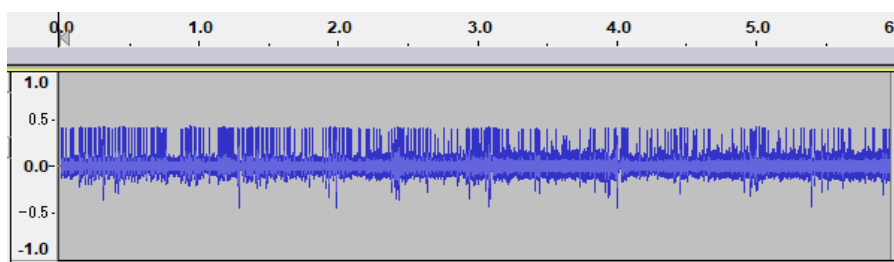


録音したデータは音声編集ソフト Audacity で再生し、雑音レベルを求めます。ただし、録音レベルの調整が自動なので、下表に示すデータは正確ではありません。

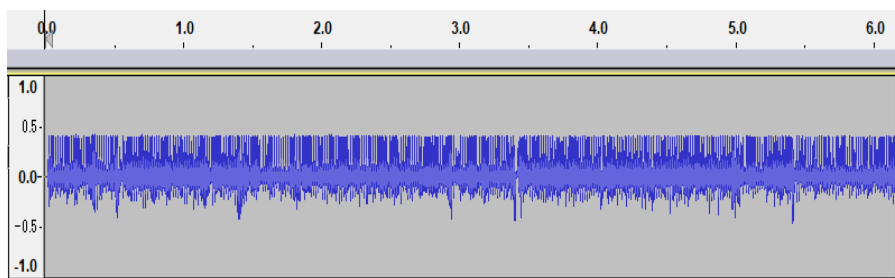
位置	電源オフ	電源オン	音楽再生中
A	-30[dB]	-9[dB]	-8[dB]
B	-24[dB]	-9[dB]	-8[dB]
C	-24[dB]	-9[dB]	-8[dB]
D	-28[dB]	-10[dB]	-9[dB]
E	-28[dB]	-9[dB]	-9[dB]
F	-22[dB]	-9[dB]	-8[dB]

面白いことに、音楽再生中は雑音が増えることが分かりました。録音を聞くと、あわよくば再生されている楽曲が判別できるのではないかと感じる程です。

最も輻射雑音が出ている C の位置で録音した雑音の波形を下図に示します。波形を見ると、数値以上に違いがあることが分かります。



C の位置の波形：
電源オン



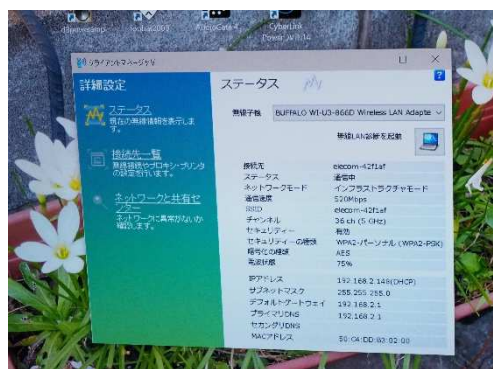
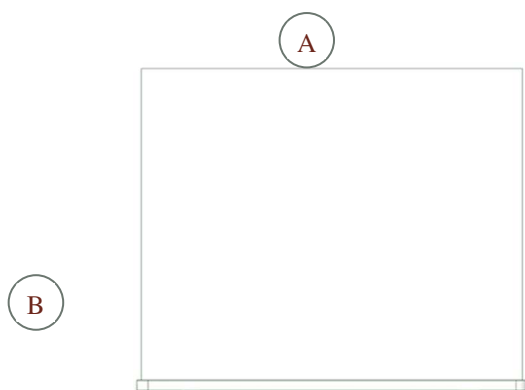
C の位置の波形：
再生中

最初に輻射雑音を確認した時と異なり、リアパネル側 (D の位置) の雑音は強くないことが分かりました。最初に確認した時は、Fils9 の背後にテレビがあったので、それが影響したようです。

Wi-Fi 電波品質

Wi-Fi 受信状態をモニターするソフト Buffalo Client Manager V を使って、Wi-Fi の受信状態を確認します。

他の測定と同じく、Fils9 を書斎兼実験室において測定しました。実使用条件とは異なります。本来の設置場所 (リビングルーム) よりも、Wi-Fi ルーターから遠い位置になります。



Client Manager V

Wi-Fi の設定は、デフォルト。

Wi-Fi 子機 (Buffalo WI-U3-866DS) の位置は、2 か所で測定します。

- A: Wi-Fi 子機を直接リアパネルの USB3.2 ポートに接続
- B: Wi-Fi 子機を、延長 USB ケーブルを使ってフロントパネルに近いところに置く

結果は下表のようになりました。

子機の位置	電波品質	転送速度
A	55%	260Mbps
B	57%	292.5Mbps

子機の位置は、意外に電波品質に影響を与えないことが分かりました。

しかし、子機をオーディオ・インターフェースや BD ドライブなどのすぐ近くに置くと、通信が途絶えるぐらい電波品質が低下することが分かりました。

特に BD ドライブ等が電位の定まらない状態にある時 (どこにも接続されていない時) に、影響が強まります。

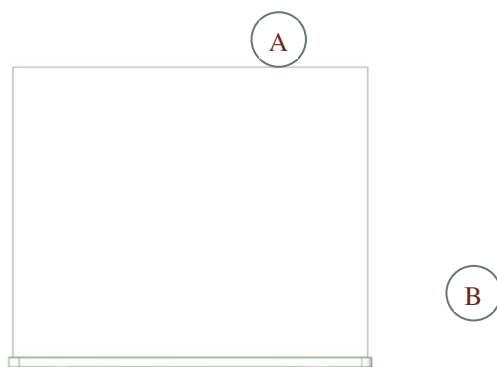
Fils9 の筐体 (ケース) は FG への接続が弱い (接触抵抗が大きい) ので、ある意味浮遊金属とも言えます。このことが電波を乱している可能性があります (あくまで推測ですが)。つまり、不要輻射が原因ではない可能性もあるということです。

無線キーボード/マウスの受信状態

無線キーボード/マウス (Logicool MK240) のレシーバーを、直接リアパネルのポートにつないだ場合と、延長 USB ケーブルを使った場合を比較します。

- A: レシーバーを直接リアパネルの USB2.0 ポートに接続

B: レシーバーを、延長 USB ケーブルを使ってフロントパネルに近いところに置く



結果は下表のようになりました。

レシーバーの位置	安定通信距離
A	1.5m
B	6.5m

Wi-Fi よりもキーボード/マウスの方が、子機の位置による影響が大きいことが分かりました。

消費電力

簡易電力計 (ELPA ECOkeeper EC-05EB) で消費電力を測定しました。

条件	消費電力
待機状態	1～2W
システム立ち上げ時	55W
アイドル状態	20～25W
音楽再生中	35W

音質

音質評価には、Gaudi II と Kinglet の両方を用いました。

Gaudi II での試聴では、ギリギリ及第点を与えられる音質と感じました。

ソニー HAP-Z1ES (以降 HAP と呼ぶ) と比べると、わずかながら HAP のほうが良いように感じました。特にボーカルに関して、HAP のほうが自然な音に聞こえます。

Kinglet での試聴でも、同じように感じました。

聞きなれた Kinglet のサウンドと比べると、どこか物足りない感じがしました。

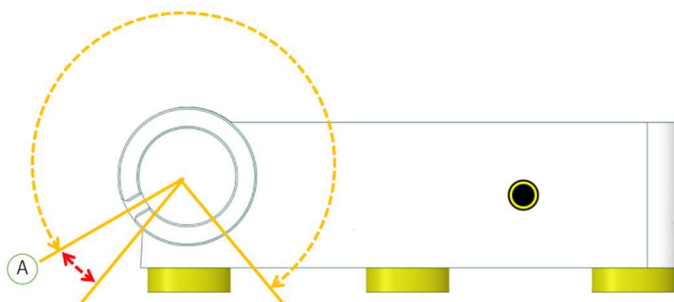
ヘッドホンによる音質評価も行いました。ただ、私はヘッドホンで音楽鑑賞することがないので、ちょい聞き程度の試聴しかしませんでした。

使用ヘッドホンは AKG K245 とオーディオテクニカ ATH-PRO700 です。

どちらのヘッドホンでも良好な音質でしたが、一つ問題を発見しました。

ボリュームを絞っていき、ツマミが右図の A の位置にくると、突然ボリュームがゼロになってしまいます。赤矢印で示される範囲でボリュームがゼロ (無音) ですから、微小ボリュームで聞くことができません。眠れぬ夜にヘッドホンで静かに音楽を聴く、という使い方ができません。

これが仕様なのか、単なる不良なのかは調べていません。



改良

Fils9からの輻射雑音が問題の原因であることを前提に、自分なりに EMI 対策を施すことにしました。

Fils9 のマザーボードと電源ユニットは FCC Class B 適合品なので、ケースさえ EMI 対策をすれば、輻射雑音を十分低く抑えられはずです (VCCI 規制は FCC 規制を模倣したもののなので、両者の内容は同じです)。

方法

最善策は、ケースをいったん分解し、部品同士接触する面の塗装を剥がした上で、もう一度組み立てることです。塗膜は絶縁性なので、このようにすれば、部品間の接触抵抗を減らせます。

この方法はかなりの手間がかかるため、妥協策を考えました。ネジの頭が当たる部分の塗装だけを剥がす、というやり方です。

ケースは分解せず、ネジを一本外し、そのネジが当たる部分の塗装を剥がしたら、すぐに元に戻します。次に別のネジを外し、同じ作業を行います。この作業を繰り返し、すべてのネジ穴の塗装を剥がします。

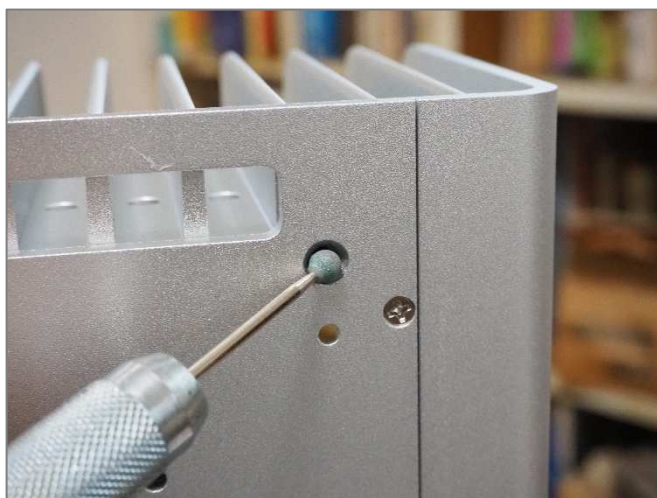
接触抵抗が減るのはネジの部分だけなので、効果は限定的だと予想しましたが、とにかくやってみて様子を見ることにしました。

作業

ケース組立に使われているネジの頭を一本ずつ外し、上記の作業を行いました。

使った工具は電動工具ではありません。タップ回しにハンディルーター用の砥石を取り付け、手動でぐりぐりと砥石をネジ穴にこすりつけて塗膜を剥がしました。

天板を留めるネジのネジ穴には砥石が届かなかったため、内歯ワッシャーをネジにかませようと考えたのですが、残念ながら、わずかにネジを通す穴の径が小さくて、ワッシャーが入りませんでした。



内歯ワッシャー

測定

改良前と同様の測定を行い、測定データに違いが出るかどうか検証しました。

f特、残留雑音、インパルス応答、方形波応答には差は認められませんでした。

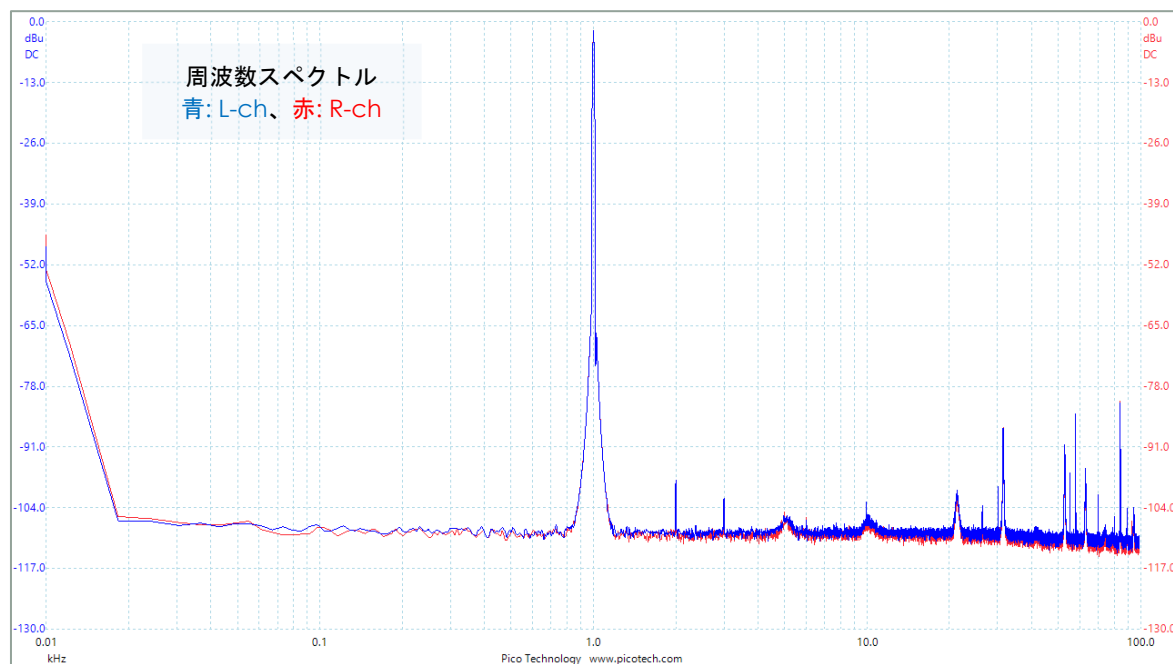
FFT 解析では、わずかながら改善が認められました。

一方で、肝心の EMI は若干悪化したように見えます。

改良後の FFT 解析データ

改良前よりわずかに改善しました。右チャンネルの方がより大きく改善しました。

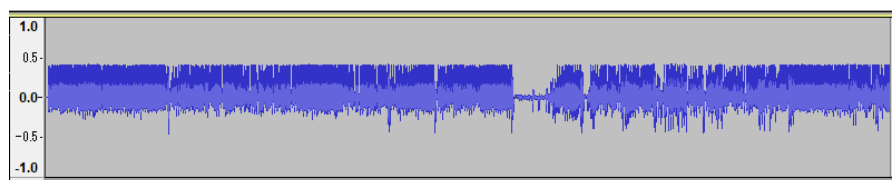
指標	左チャンネル		右チャンネル	
	改良後の測定値	増減	改良後の測定値	増減
THD	0.007%	±0	0.006%	-0.002
THD+N	-62.20 [dBc]	-0.44	-62.49 [dBc]	-0.76
SFDR	77.17 [dBc]	+1.51	76.98 [dBc]	+1.59
SNR	62.23 [dBc]	+0.44	62.52 [dBc]	+1.20
IMD	0.04%	±0	0.04%	±0



改良後のEMI

わずかながら測定値が悪化しています。しかし元々誤差の大きい測定なので、何か変化があったとは断言できません。

位置	電源オフ		電源オン		音楽再生中	
	改良後の測定値	増減	改良後の測定値	増減	改良後の測定値	増減
A	-34[dB]	-4	-8[dB]	+1	-8[dB]	±0
B	-23[dB]	-1	-8[dB]	+1	-8[dB]	±0
C	-25[dB]	-1	-8[dB]	+1	-8[dB]	±0
D	-32[dB]	-4	-9[dB]	+1	-9[dB]	±0
E	-34[dB]	-6	-9[dB]	±0	-8[dB]	+1
F	-28[dB]	-6	-9[dB]	±0	-8[dB]	±0



C の位置の波形:
再生中

チャンネル・セパレーション

改良前にチャンネル・セパレーションを測定するのを忘れていました。比較にはなりませんが、改良後に測定しました。

テスト信号にはフルスケール (0dB_{FS}) の正弦波を用いました。高周波雑音を除去するため、カットオフ周波数 (f_c) が 40kHz のローパスフィルター (LPF) を用いました。

周波数	方向	セパレーション
20 [Hz]	L → R	99.0 [dB]
	R → L	99.2 [dB]
1 [kHz]	L → R	99.4 [dB]
	R → L	99.8 [dB]
20 [kHz]	L → R	97.8 [dB]
	R → L	97.9 [dB]

優秀な結果です。20kHz でも高いセパレーションを維持していることが、特筆に値します。

改良の効果

聴感上の音質の改善は認められませんでした。

FFT 解析の結果がわずかながら改善されましたが、人間の耳に分かるほどの違いではありません。

Wi-Fi の不安定の原因として、Wi-Fi 子機あるいはそのドライバーにバグがあることに気づきました。

デフォルト設定では、WI-U3-866DS は電波の状態によって、フォーマットを 11a/n/ac の間で自動的に切り替えます。フォーマットを切り替える時に、一旦接続が切れてしまい、再びつながるまでに時間がかかります。このため、動画や音声ストリーミング再生すると、再生が途切れてしまいます。

対策としては、ドライバーの設定を変更し、フォーマットを 11ac に固定します。これで Wi-Fi 接続が途切れなくなります。

他の構成との比較

DAC や再生ソフトを換えると、測定データや音質がどのように変化するか、実際にやってみました。

下表に比較結果の概要を示します。

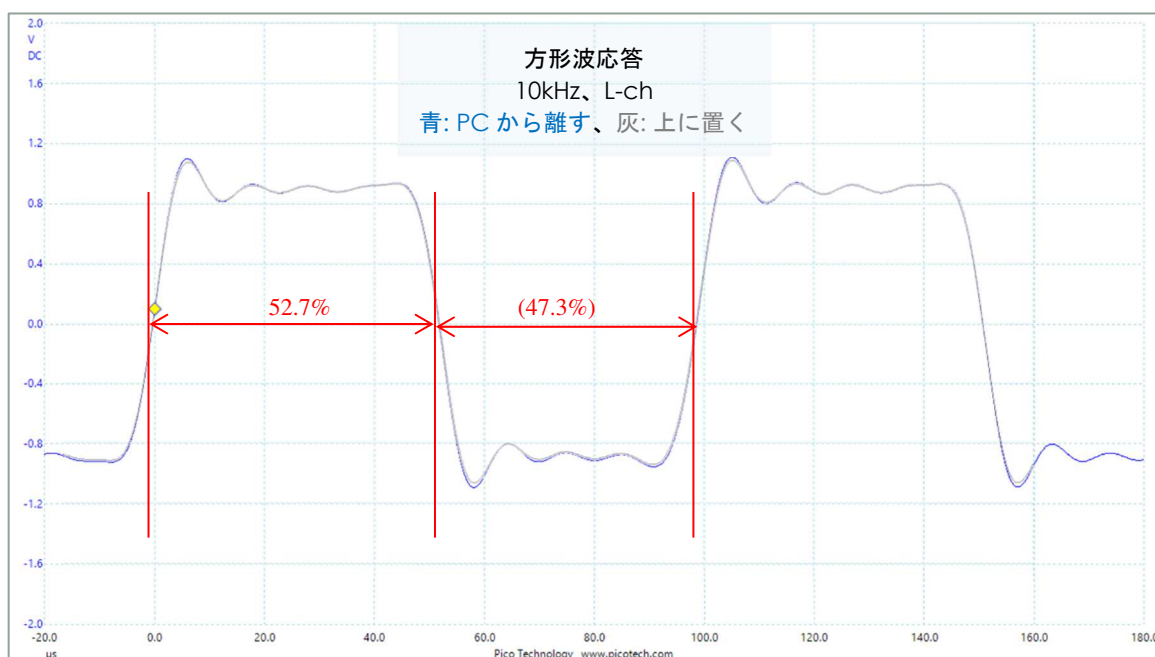
比較対象	測定データから見た評価	試聴による評価	備考
DAC を Fils9 の上に配置	△	△	測定データはオリジナル構成と同じ
DAC を DS-DAC-10 に変更	○	○	残留雑音が少なく、音がクリア
再生ソフトを AudioGate 4 に変更	△	○	IMD やや大きい
内蔵サウンド機能使用	×	×	20kHz 以上出ない。雑音多し。ガサツな音
オリジナル構成	△	△	高周波雑音が発生。やや曇った音

DS-DAC-10R を Fils9 の上に置いた場合

Fils9 の上に DAC を置くと、聴感上音質が劣化するように聞こえるのですが、測定データは全く変わりませんでした。

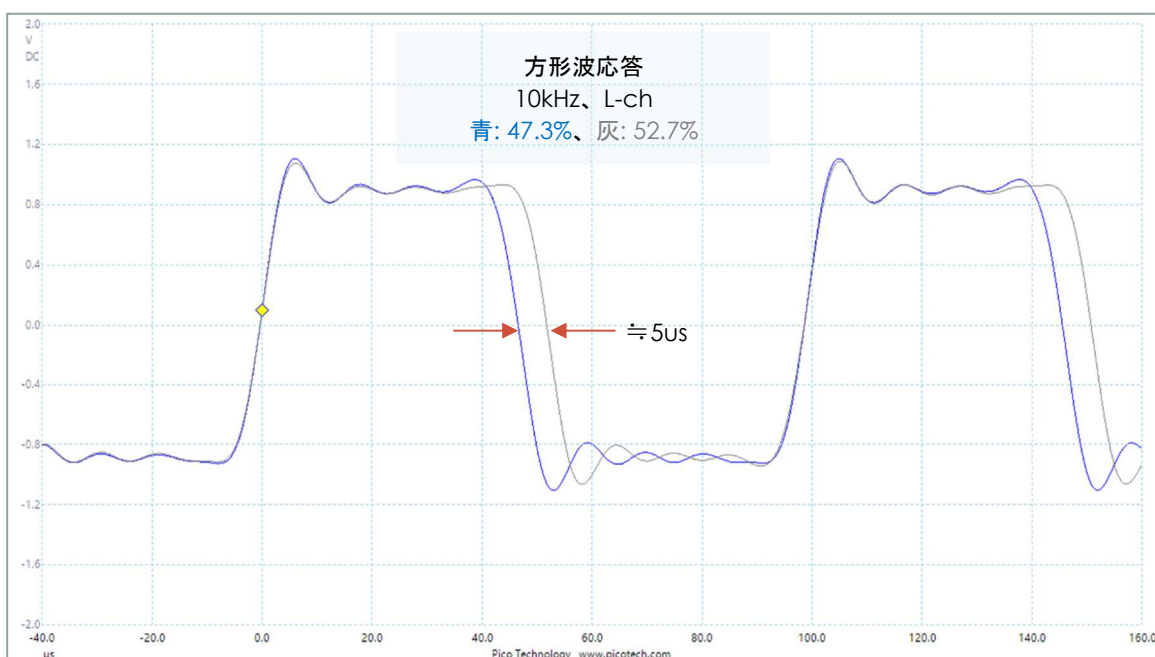
ところで、最も音質との関連性が高い、方形波応答の波形を詳しく観察したところ、今まで気づいていなかった事実を発見しました。

下図は左チャンネルの 10kHz の方形波応答の波形を示しています。よく見ると、デューティー比 50% を超えて、約 52.7% になっています。つまり、ハイレベルの期間がローレベルのそれよりも長くなっています。



トリガーのタイミングによっては、デューティー比が 47.3%になることもあります。

次の図は、デューティー比が 52.7%と 47.3%の波形を重ねたものです。



47.3%の波形の方が、立下りのタイミングが約 5μs 早くなっています。この約 5μs という時間は、サンプリング・クロック (192kHz) の 1 周期に相当します。立下りのタイミングが 2 つの波形の間であればデューティー比が 50%になります。つまり、立下りのタイミングが ±2.5μs ずれているということです。

192kHz よりずっと高い周波数でサンプリングすれば、このような現象は起きないのですが、192kHz では必然的にこうなります。

後述しますが、再生ソフトを **AudioGate 4** (以後 **AG4** と呼ぶ) にして同じ音声ファイルを再生すると、正確に 50% デューティーの方形波を出力します。どういう仕組みかは私には分かりませんが。

デューティー比の変動は音質に影響します。**HAP Z1ES** に比べて **Fils9** の音質がやや劣っているように聞こえるのは、このことが原因かもしれません。

[2021/10/02 訂正] {これは私の誤解でした。FB2K でも AG4 でも HAP でもデューティー比は同じです。トリガーがかかるタイミングによって、47.3%、50%、52.7%のいずれかになります}

Fils9 + DS-DAC-10

DS-DAC-10R の元になった DS-DAC-10 の特性を測定し、DS-DAC-10R と比較しました。

聴感上は、旧型である DS-DAC-10 の方が、私の耳には音質が良いと感じられます。

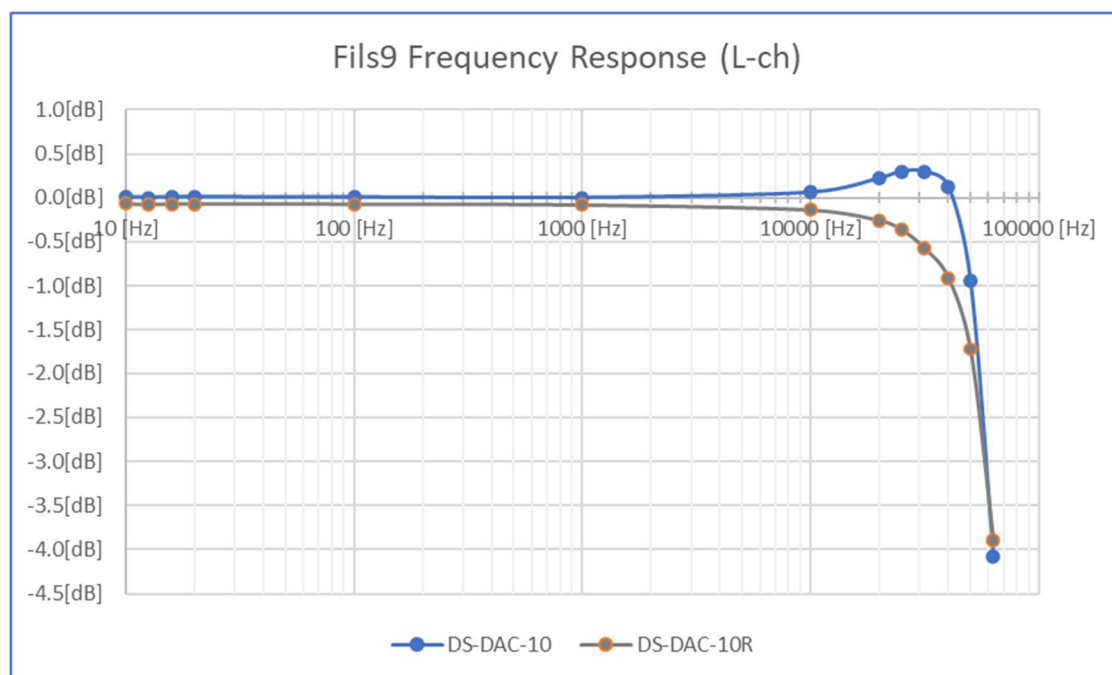
両者で異なる結果が出た測定項目を中心に取り上げます。

周波数特性

20kHz 以上の帯域で差が出ました。

20kHz 以上がなだらかに減衰する DS-DAC-10R に対して、DS-DAC-10 の方は、25kHz～31.5kHz で 0.3dB ほどレベルが高くなっています。

下図に DS-DAC-10(青の曲線)と DS-DAC-10R(灰色の曲線)の左チャンネルの周波数特性を示します。



残留雑音

最も差がついた測定項目が残留雑音です。

DS-DAC-10 の方が、より低雑音です。雑音の成分は主に 920kHz です。DS-DAC-10R と同様に、クロックが混入していると考えられます。

DAC	左チャンネル		右チャンネル	
	AC 成分	DC 成分	AC 成分	DC 成分
DS-DAC-10	356uV	2.481mV	290uV	-1.602mV
DS-DAC-10R	506uV	1.413mV	490uV	2.155mV

ただし、40kHz の LPF で高周波雑音を除去すると、どちらも AC 成分が約 20uV になります。可聴帯域内の雑音は、どちらも出していない。

方形波応答

全くと言ってよいほど同じ波形が観測されました。

FFT 解析

DS-DAC-10 の方が良好な結果でした。

下表に測定結果を示します。「増減」は、DS-DAC-10R との差を表しています。

指標	左チャンネル		右チャンネル	
	DS-DAC-10 の測定値	増減	DS-DAC-10 の測定値	増減
THD	0.006[%]	-0.001	0.005[%]	-0.001
THD+N	-65.94[dBc]	-3.74	-67.98[dBc]	-5.49
SFDR	81.43[dBc]	+4.26	82.00[dBc]	+5.02
SNR	66.00[dBc]	+3.77	68.05[dBc]	+5.53
IMD	0.039%	-0.001	0.039%	-0.001

チャンネル・セパレーション

ほぼ同じ結果でしたが、20kHz におけるセパレーションは、DS-DAC-10 の方が少しだけ劣っていました。

DS-DAC-10: 95dB (@20kHz)

DS-DAC-10R: 98dB (@20kHz)

音質

DS-DAC-10 の方がよりクリアな音に聞こえます。

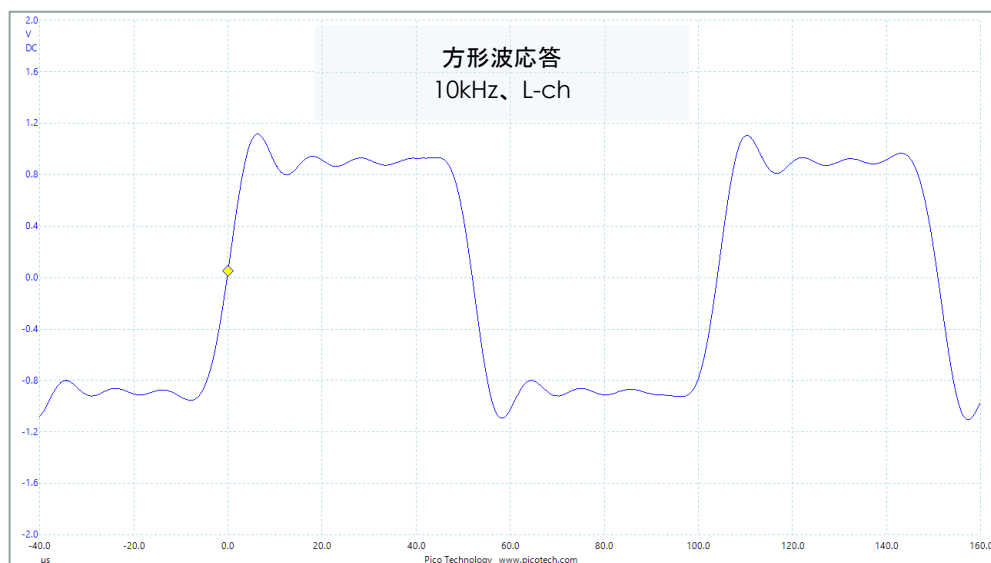
今までの経験から、高周波雑音が多いほど、音が曇ったり、ベールがかかったようなモヤモヤした音になったりする傾向があることが分かってきました。今回も、高周波雑音が少ない DS-DAC-10 の方が音がクリアということで、自説を裏付ける結果となりました。

DS-DAC-10R は DS-DAC-10 の後継モデルなので、当然音質が改善されているものと思い込んでいました。現実はその逆でした。

再生ソフトを AudioGate 4 に変更

ほとんどの測定結果に明らかな差はありませんでしたが、10kHz 方形波応答だけは差がありました。

AG4 を使うと、~~デューティ比 50% の方形波が出力されます。~~[2021/10/02 訂正]

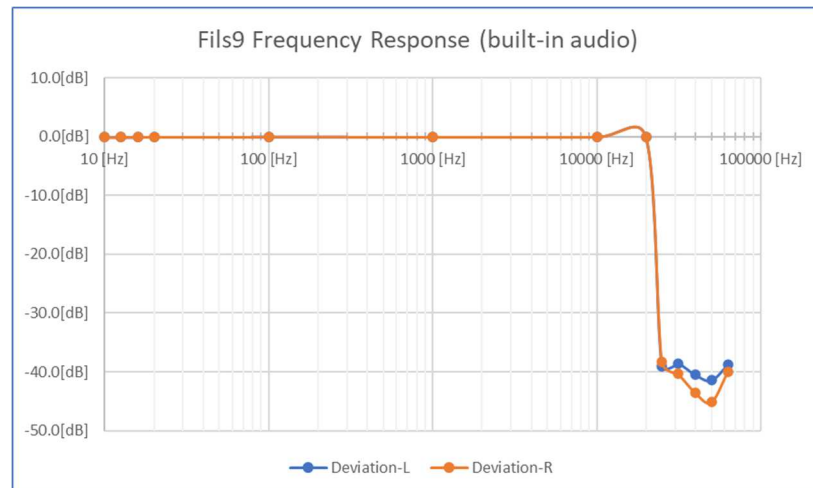


FB2K と比べて音質が良いかどうかは微妙ですが、やはり AG4 の方が若干良いように聞こえます。音質で選ぶなら AG4、操作性・機能性なら FB2K ということになります。

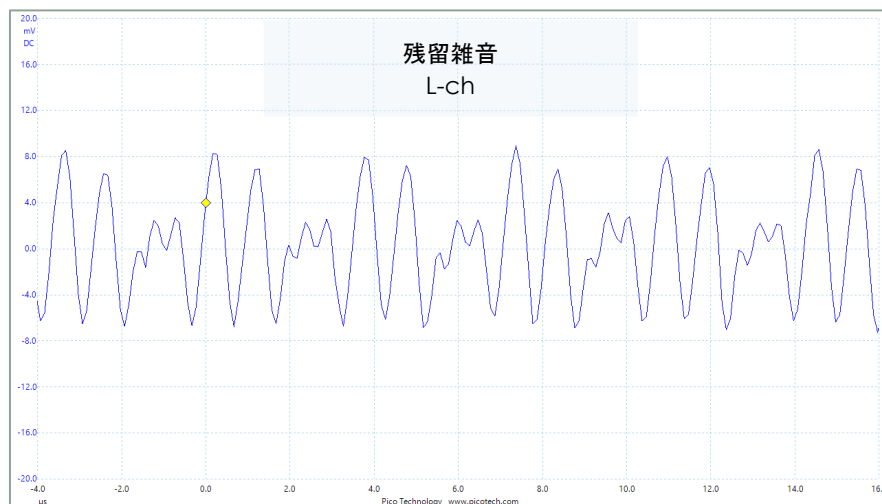
内蔵サウンド機能を使用

これは問題外というほどひどい結果でした。

周波数特性は、20kHz 以上がスパッと切られた曲線となっています。この特性では、ハイレゾ・ソースも CD クオリティになってしまいます。



残留雑音は高いレベルです。高周波雑音のレベルが高いのですが、可聴帯域のホワイトノイズのレベルもかなり高いです。



高い雑音レベルのせいで、**FFT 解析**の結果は惨憺たるものです (THD=0.123%, SNR=41dB など)。

音質に関しても、かなりガサツな音で、DS-DAC-10R の音とは比べものになりません。

マザーボード (ASUS PRIME H470M-PLUS) のカタログには、「並外れたオーディオ」という見出しの下に、音質の良さをアピールする文言が書かれていますが、IT の世界とオーディオの世界では音質の評価基準がまるで違うようです。

DS-DAC-10R を通常の USB ポートに接続

SoTM tx-USBhubIn に接続したときと較べて、測定データ、音質ともに差異は認められませんでした。

これと似たようなことを以前にも経験しました。

2013 年に DS-DAC-10 を購入した時に、音質があまりにも悪すぎるので、何とか手を打とうとして Aurorasound 社の BusPower-Pro という電源内蔵の USB ハブを使ったことがあります。ほとんど音質向上につながらないので、すぐに処分してしまいました (詳しくは、以下の記事をご覧ください)

<https://nobody-audio.com/posts/topics4.html>

安物の PC を除けば、PC から供給される USB バスパワーは良好なレギュレーションと低雑音を確保しています。加えて、DAC は高性能な DC/DC コンバーターを内蔵しているので、電源内蔵の USB ハブが必要となるケースはまれです。

USB ハブ無しの構成だと、Fils9 は 38,665 円安くなります (2021 年 8 月現在)。その方がお勧めです。

まとめ

EMI 問題

Wi-Fi や無線キーボード/マウスの通信が不安定で、Fils9 を安定動作させるのに 6 週間も費やしてしまいました。

Fils9 は EMI 性能が保証されていないこともあり、輻射雑音が電波通信を妨害していると仮定して対策を打ったところ、何とか動作が安定しました。

しかし、本当に輻射雑音が原因かどうか結論づけられません。Fils9 の筐体が電波を反射したり吸収したりするのが原因かもしれないからです。真偽のほどを確かめるには、専用の測定器が必要です。

Fils9 から出る輻射雑音が、オーディオ機器と比べてはるかに大きいのは確かです。

このことが音質に悪影響を及ぼすかどうかについては、よく分かりません。DS-DAC-10R を Fils9 の上に置くと、音質が劣化したように聞こえますが、測定データには変化がありませんでした。私の気のせいである可能性があります。あるいは、測定方法に改良の余地があるのかもしれません。

DS-DAC-10R の問題

より深刻な問題は、DS-DAC-10R の出力に高レベルの**高周波雑音**が含まれることです。最近分かってきたことですが、高周波雑音が強いほど音の明瞭度が下がり、霞がかかったような音になる傾向があります。

この音質劣化は DAC 内というより、アンプ (特にパワーアンプ) 内で起きます。つまり、アンプ内で高周波雑音が低周波信号に変調歪を発生させるということです。

聴感上も、Fils9 と DS-DAC-10R の組み合わせは、オーディオ機器である HAP-ZIES や MR-2000S より音質が劣るように聞こえます。

今後の方針

結論として、DS-DAC-10R は不採用としました。

高周波雑音に関しては、アンプ側に LPF を設けることで対処できそうですが、そのような対策が必要であることが気に入らない。また、旧型の DS-DAC-10 よりも、測定データ・音質の両面で劣っていることも気に入らない。

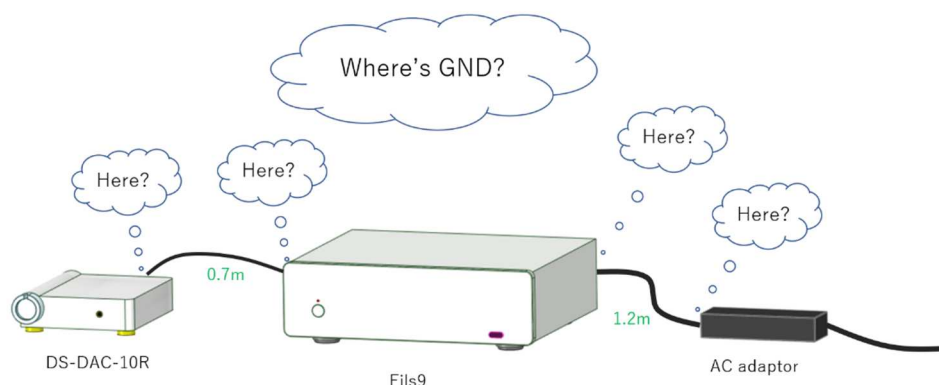
DS-DAC-10 以上の DAC を新たに購入することにしました。

条件として、以下の 2 点を重視します。

1. クロックジッターが小さいこと
2. AC 電源で動作すること (USB バスパワーを使わないこと)

2 の条件をつけたのは、USB のバスパワーでは DAC にとって充分ではないのではないかと疑うからです。USB2.0 の規格では、デバイス側の最大消費電力は 2.5W 以下にしなければなりません。ヘッドホン・アンプも内蔵すると、2.5W というのは厳しい条件です。DS-DAC-10R の場合も、設計上、高音質よりも低消費電力を優先しているのではないかと疑っています。

USB バスパワー方式ですと、グラウンド線が長いのも気になります。真のグラウンド電位はどこにあるのでしょうか。グラウンド線の長さがノイズの多さに影響しているかもしれません。なお、Fils9 の電源ユニット (AC アダプター) は、1 次側 (AC 側) と 2 次側 (DC 側) は絶滅されているので、大地アースからは浮いています。



より高性能な DAC を Fils9 に組み合わせることで、Gaudi II の DAP として満足のいく性能・音質になることを期待します。

[END OF DOCUMENT]

NOBODY Audio

とのちのオーディオルーム 補足資料