

KRYNA 科学通信

この通信は KRYNA が提供するオーディオ技術とその背景をご紹介します。冊子です。

Written by Dr.Nishimura @ KRYNA INC. TEL 0120-924-422

email dr.nishimura.lab@gmail.com

一年の締めくりに

昨年4月から始めた科学通信、今回で1年が経過しました。ここで少し、自分のオーディオ人生を振り返ってみたいと思います。ここまで KRYNA が提唱する HGS を実現するための基本的な技術、振動対策のための D-Prop、微細な振動吸収や電磁波吸収のためのスティッキー溶液、基準電位の安定化のための電荷タンクを説明してきました。これらの技術はプレーヤ、アンプ、スピーカなど直接的なオーディオ機器ではありませんが、オーディオ再生において必要不可欠のものと考えています。これまで幾度となく述べてきましたが、いかに高級と呼ばれるオーディオ機器をそろえても、オーディオ機器を使用することによって新たに雑音が生じ、その雑音対策を行わなければ HGS にたどり着けないのです。そのことをご理解いただくため、雑音発生メカニズムを説明し、発生原因への対策を提案してきました。どこどこのプレーヤ、どこそこのアンプ、どこそこのスピーカと、有名で定評のあるオーディオをそろえても、これまで説明したような雑音は回避できていませんので、オーディオシステムとは別の雑音対策が必要なわけです。この対策により、本来のオーディオシステムの音が聴けるようになります。

ここでお恥ずかしい話ですが、私の体験談をご紹介します。今から約40年前の私は佐久間駿先生にどっぷりつかっていて、本を買っていくつかアンプを作っていました。それと同時に、浅野勇先生の本に紹介されている、2A3のロフチン・ホワイトアンプや6AC5を使ったアンプなども作って聞いていました。しかし、そのアンプを聞きながら、佐久間先生が記事に書いておられるような感覚にたどり着けず、いま一つ納得できていませんでした。抜けが悪いというか、すっきりとしない音でした。その後、サウンド・ミネ（現在の KRYNA）に出会い、インシュレータなどを知り、アンプやスピーカなどの製品を揃えることで次第に HGS に近づいてゆくとともに、自作の未熟さを痛感しました。それ以来、佐久間式アンプや他のアンプやスピーカはお蔵入りになってしまいました。退職時にかなり捨てたのですが、いくつかは惜しまれて取っておきました。退職後、KRYNA でお世話になるようになり、これまで説明してきた3つの技術の最終技術・電荷タンクを開発して、これまでの技術をまとめて使うと、相乗効果で雑音が激減することがわかり、サウンド・ミネから受け継いだオーディオシステム

の再生能力がほぼ最大に発揮できるようになったことを確信しました。と同時に、これらの技術は、他社の製品にも同様の効果があるのだから、自作のアンプにも効果は十分期待できると思い、蔵の中から昔のアンプを引っ張り出して聞いてみました。事始めに、佐久間式アンプ「VT52 ドライブ 45 パラシングル」を聞いてみましたが、昔の印象と打って変わって、抜けの良いキラキラした音が聞こえてきました。以前聴いていた時の印象とは大きく改善されていたのです。これに気をよくして、2A3 ロフチン・ホワイトを聞いてみると、これまた、透明感のある輝く音で聴くことが出来ました。さらに、佐久間式の 46pp パワーアンプの出力部を 2A3 に置き換えたアンプも引っ張り出し、46pp パワーアンプと一緒に聞いてみたのですが、以前、HGS と出会う前の音と比べ、全くの別物といった抜けが良く透明感がある音に生まれ変わりました。今ではサウンド・ミネ以来揃えてきたシステムを超えてしまう表現力になっています。その実態は、2チャンネルのステレオなのに、サラウンドです。つまり、これまで、2本のスピーカの内側に、上下・奥行きを含めて音像定位していたのですが、スピーカの外側迄定位の領域が広がるとともに、余韻が部屋全体に広がるようになったのです。最初は、アニメなどで、ゲームと同様な音源位置の配置が表現できるようになったのかと思っていましたが、CD 音源でのオーケストラや J-Pop のライブ音源など、余韻が横方向迄伸びてくるようになり、これは音源の問題だけではないと思うようになりました。方式の異なるモノラルアンプ 2 台を使っているのに、左右のアンプの位相特性のずれかと思ったのですが、定位は明確で、シャープですので、その可能性は低いと考えられます。これまでの常識では考えられない再生状況に、なぜこのような再生（2チャンネルステレオなのにサラウンドと思える再生音場）が生じるのか、疑問になってきています。

元々の録音で、2本のマイクの外側にある音源からの音は、マイクをスピーカに置き換えたとして、スピーカの外側に定位するはずですが、そう考えると、HGS の技術により、本来ある音源の定位がきちんと再現できるようになってきているのだといえます。そして、さらに、アンプの能力が最終的に問われるようになったのではないのでしょうか？

読者の皆様も、もし、ご自身のオーディオに「もう少し」と思っておられる方、現状に今少し納得しておられない面がありましたら、ぜひ、これまで説明してきた3つの技術を併用してみてください。一つでも効果はありますが、3つ同時に使うことで、効果が $2+2+2=6$ にとどまらず、 $2^6=64$ 倍にも期待できると自信をもっていえます。さらに、ルームチューニングを加えれば完璧です。世界が変わります。いかなる高級オーディオを以ってしても、実現できない音の世界を実現できます。これに関しては「百聞は一聴に如かず」、一度体験しに KRYNA 迄足を運んでいただけたら（事前にご連絡下さい）と思います。また、佐久間式アンプの能力にも大いに感心する次第です。以前、期待に胸を膨らませながら、その真価を発揮させることが出来ずにいたことが悔やまれますが、紆余曲折、現状にたどり着けたのだと思います。それでも満足できないならその時初めて、システムの交換を考えてみてください。以前のシステムで使った KRYNA の技術はそのまま新しいシステムにも使えますので、無駄にはなりません。



Tea Break

1月末中国では春節がお祝いされて賑やかだった様ですが、賑やかということで思い出すのが京劇やお祭りなどで使われる楽器ですね。シンバルのような楽器やチャルメラのような楽器、弦楽器もありますね。とても華やかな音を奏でています。音の華やかさの要因は何処にあるのでしょうか？よく言われるのは、楽器では、奇数次倍音が多いと暗い音・落ち着いた音、代表的表現ではバロック音楽ですね。一方、偶数次倍音が多いと華やかな音、まさに中国でよく使われる楽器。ここで、奇数次倍音・偶数次倍音とは、楽器が作り出す音に含まれる周波数成分のことで、例えば、110Hzの“ラ”の音を出すとします。すると、弦楽器や管楽器ではこの周波数の整数倍の高調波も同時に出来ます。奇数次倍音は、110Hzの奇数倍の周波数の倍音で、偶数次倍音は偶数倍の周波数の倍音です。この倍音の混ざり方で楽器の音色が決まります。打楽器の場合は整数倍にならない場合が殆どです。110Hzの“ラ”の音の奇数倍音は330Hz、550Hz、770Hz、990Hz、1210Hz・・・という系列で、偶数次倍音は220Hz、440Hz、660Hz、880Hz、1100Hz・・・という系列になります。ここで、第2倍音の220Hzは1オクターブ上の“ラ”の音、第3倍音の330Hzはその上の“ミ”の音（イ長調（ラをド）と見ると“ソ”の音）、第4倍音の440Hzはその上の“ラ”（元の2オクターブ上の音）、第5倍音の550Hzは“ド#”（イ長調では“ミ”）、第6倍音の660Hzはその上の“ミ”（イ長調で“ソ”）。ここまでの倍音は、音階上における周波数で、音を濁らせないので、これから後の倍音はちょっとずれてきます。第7倍音の770Hzは“ファ”と“ソ”（イ長調で“ラ”と“シ”）の間の音、第8倍音の880Hzは3オクターブ上の“ラ”、第9倍音の990Hzは“シ”と“ド#”の間の音…。といった具合に、これより上の倍音には音を濁らせる成分、不快感を醸し出す成分が多く出てきます。ただし、倍音の量は次数が高くなるほど小さくなるので、気にならなくなっていきます。この倍音の含まれ方が音色に大きく影響します。例えば、同じような形状のオーボエとクラリネット、音色が全く違いますね。オーボエには奇数と偶数の倍音が含まれますが、クラリネットは基本奇数倍音のみです。オーボエはどちらかというと華やかな音で、その最たるものがチャルメラと言えるでしょう。一方、クラリネットは暗く落ち着いた音の印象が強い楽器ですね。ま、倍音の含み方は、演奏法によって変わりますので、一概には言えませんが、基本的な傾向です。

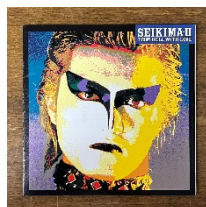
それで、思ったのですが、真空管にも同じようなことが言えるのかな？と。よく言われますが、「3極管にはもともと偶数次歪が無い」とか、「プッシュプルにすると奇数次歪が打ち消される」とか。つまり、5極管を使うと華やかな音。極端に言うとうるさい音。3極管では落ち着いた音、力強さに欠ける音。フィードバックをかけてそのあたりを調整する。といった感じでしょうか？

そこで、これらのことを頭においてアンプの改造を試みました。対象はシンプルな回路構成で以前 Krypton のブランドで出ていた Mk-10、ML-15 です。6L6 のシングルアンプなのですが、12AX7 の半分のユニットでドライブするシンプルな回路です。普通に使われる UL 接続で、CR 結合、NF の回路構成です。音質は問題ないと思っていましたが、ダイレクトカップル (DC) や無帰還 (No-NF) のアンプを聴いて、少しぬけの良さが足りない気がして、いじってみることにしました。まず、初段 12AX7 のカソードフィードバックをやめ、出力からのフィードバックも外しました。するとかなりゲインが上昇し、丸みのある (ベールをかぶったような) 音からストレートな音に変わりましたが、粗さが目立ってきました。さらに、UL 接続から 3 極管接続に変えると粗さが収まってきましたが、その分ゲインも下がりました。でも、質的にはこちらが好みで、最初の状態より抜けの良さが出てきたように思います。音像定位も問題ないように思います。さらなる改造は、CR 結合を DC に変えることです。そのためには、6L6 のカソード抵抗の変更と 12AX7 のバイアス電圧の再調整が必要になります。これ以前の段階で、6L6 のプレート電流を 90mA から半分の 45mA に落としましたので、それはそのまま DC に変えてみました。よりストレートでハッキリした音になり、余韻がはっきりするとともに、音の細部が明確に聴こえるようになりました。その結果、実在感のある音になりました。そこで楽器が鳴っており、ここで歌手が歌って居ると言うように。質の良いコンデンサを使ったとしても (改造前のコンデンサは可なり良質のもの)、ここまでのクリアーさは出せないのかと痛感しました。ただし、カソード抵抗での無駄な電力消費が発生する (ドライバー管のプレート電圧とパワー管のプレート電流の積の分だけ無駄になる) といえます。結構簡単に改変でき、結果としては、これまで聞いたことのないクリアーさ、ステージが目の前に広がっている実在感が出せたので大満足ですね。シンプルイズベスト。

今月の音楽

『FROM HELL WITH LOVE』

聖飢魔 II



隠れた? 高音質立体音像盤。3 曲目「モアイ」の冒頭ドラムのリアルな余韻と歯切れやギター×2 とベースの分離感が良く出ていて聴きどころ満載。若かりし閣下のハイトーンボイスも伸びがあって素晴らしい。



オーディオと物理

第12回 摩擦力

クーロン摩擦…摩擦係数で表され、接触面にかかる力に比例して一定

クーロン摩擦は、物体の接触面の影響を受けますので、同じ物体同士でも表面の性状によって変わってきます。同様のことは、固体と流体の間の流体摩擦でも言えますが、どちらも、固体表面の粗さが大きく影響します。そしてその影響はエネルギー損失として現れます。平たく言うと、無駄に力を必要とするということです。それでどれだけの力が必要かですが、クーロン摩擦（物理でいう静摩擦や動摩擦）では、接触する物体の間に生じる摩擦係数（記号として μ : 静摩擦係数、 μ' : 動摩擦係数が用いられる）と物体の間に生じる垂直抗力との積で最大摩擦力（静止時）もしくは動摩擦力（運動時）が求められる。

例1 : 水平な床の上に置いてある質量 m [kg] の物体に水平に力を加えて移動させる。物体と床面の間の静摩擦係数が μ なら、必要な力はいくらになるか考えましょう。水平な床なので、垂直抗力 N は $N=mg$ 。最大摩擦力 F は $F=\mu N=\mu mg$ [N] となります。

例2 : 例1の床が右の図のように30度傾いたとき最大摩擦力はいくらになるか？

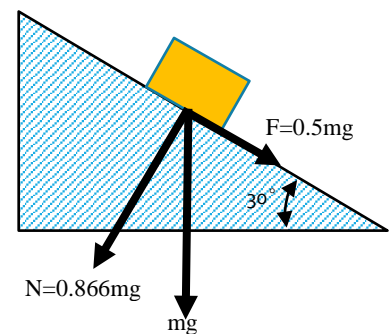
垂直抗力が $\sqrt{3}/2=0.866$ 倍に減少するので、最大摩擦力も0.866倍、つまり、 $0.866\mu mg$ [N] になる。

例3 : 例2で、物体が滑り落ちないためには静摩擦係数はいくら以上必要か？

物体に生じる斜面に平行な力（滑り落ちようとする

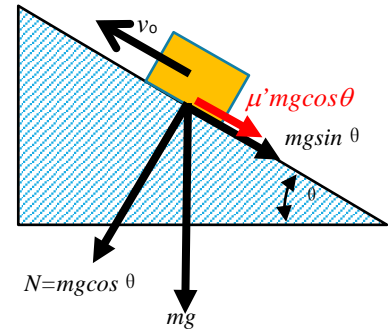
力）は $0.5mg$ となるので、 $0.866\mu mg \geq 0.5mg$ が成り

立つ必要がある。したがって、 $0.866\mu \geq 0.5$ より、 $\mu \geq 0.577$ となる。



例4 : 角度 θ ほど傾いた斜面の下から上に向かって質量 m の荷物を押し上げ、速度が v_0 となったところで手を離れた。荷物は手を離れたところからどれだけの距離斜面を進みうるか？また、荷物

が静止した後滑り落ちるには静摩擦係数 μ はいくら以下である必要があるか？ただし、この斜面と物体の間の動摩擦係数は μ' とする。



斜面を上に向かって運動している物体は、斜面下方向の力として、1. $mg \sin \theta$ 、2. $\mu' mg \cos \theta$ を受ける。したがって、物体が受ける斜面下向きの加速度は、加速度 $\alpha = \text{力} \div \text{質量}$ より、 $\alpha = (\sin \theta + \mu' \cos \theta)g$ となる。手を放して T

秒後に $\alpha T = v_0$ となり、物体が静止するとする。この T 秒が静止するまでにかかる時間で、その間の移動距離は $D = \alpha T^2 / 2$ となる。よって、 $D = v_0^2 / 2\alpha = v_0^2 / 2(\sin \theta + \mu' \cos \theta)g$ となる。物体に働く斜面下向きの力は $mg \sin \theta$ であり、静止時の最大摩擦力は $\mu mg \cos \theta$ であるので、 $\mu mg \cos \theta < mg \sin \theta$ である必要がある。したがって、 $\mu < \tan \theta$ となる。

例 5 : 例 4 で、物体が静止後斜面を下り始めた。物体が、最初手を離れた地点まで滑り落ちた時の速度を求めよ。

静止位置から距離 D 移動したときの速度を求めればよい。この時物体に加わる力は 1. 斜面下向きに $mg \sin \theta$ 、2. 斜面上向きに $\mu' mg \cos \theta$ となるので、物体に生じる加速度は $\alpha = (\sin \theta - \mu' \cos \theta)g$ となる。この加速度で、距離 D 移動したときの速度を求める。 $D = \alpha T^2 / 2$ なので、例 4 で求めた D を用い、 T 秒間で達する速度は $v_T = \alpha T = \alpha (2D / \alpha)^{0.5} = (\alpha 2D)^{0.5} = [(\sin \theta - \mu' \cos \theta)g \times 2 v_0^2 / (\sin \theta + \mu' \cos \theta)g]^{0.5} = v_0 [2(\sin \theta - \mu' \cos \theta) / (\sin \theta + \mu' \cos \theta)]^{0.5}$ となる。

例 6 : 例 4 と 5 に数値を入れてみる。 $\mu' = 0.1$ 、 $\theta = 10$ 度、 $v_0 = 0.5 \text{ m/s}$ とすると、例 4 では、 $T = 0.18$ 秒、 $D = 0.047 \text{ m}$ 、静摩擦係数の最大値は 0.176 となります。また、例 5 では、 $v_T = 0.372 \text{ m/s}$ となります。

数値計算をしてみて思ったのですが、傾きが緩くなるほど、静摩擦係数は小さくないと静止してしまう（当たり前）。それに加え、動摩擦係数は、静摩擦係数より小さくなるので、傾きが小さいほど、設定条件を満たす動摩擦係数の範囲は狭くなります。それで、動摩擦係数が 0.1 の時、最小の傾斜角度はいくらになるか求めてみると、 5.72 度となりますが、これは $\tan \theta = 0.1$ となる角度となります。これより小さな角度では静止してしまうわけです。

一年が経ちましたが、物理の話はまだ続きます。
次回はエネルギーの話でしょうか。それではまた。

☆西村博士の物理ラボ 活動情報はこちらから

◆西村博士連載ブログ https://kryna.jp/report/nishimura_blog/



◆西村博士の物理ラボ X アカウント https://twitter.com/dr_nishimlab



◆法人向けコンサルティング https://kryna.jp/biz_consulting/

