

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

オーディオの基礎から理解するアクセサリーの影響力…アンプ 3

前回までで、完全だと思っていたアンプにも落とし穴があることをご理解いただけたと思います。音楽信号は、0V を基準としてプラスマイナスに変動する電圧と見る事が出来ます。それは、音が大気圧を基準にプラスマイナスに変動する気圧変動ですので、その気圧の変動を電気信号にして取り込んでいるからです。そこで、アンプにとって基準とは何か考えてみましょう。例えば、山の高さを決める時に基準となるのは東京湾の平均海面で、その高さを 0 メートルとして測定した高さを標高と呼んでいます。東京湾の海面の高さは潮の満ち引きで変動はしますが、一度決めると当分の間変更しません。海面が上がっても下がっても一定です。オーディオでも、時々刻々変化する音の信号を増幅して正しく出すためには、基準が一定でなければなりません。この時基準となるのがアース電位です。と言っても地球の電位ではありません。アンプ自身の基準電位で、通常 0V と考えます。アンプではこの 0V はシャースの電位、電源ユニットの出口でのマイナス端子で真空管アンプでは+数百 V のマイナス側の 0V です。ソリッドステートアンプでは、±数十 V の中間電位の 0V です。ところが、前回述べたように、この 0V が東京湾の水位みたいに揺らぐのです。標高の場合は、平均水面の位置に印をつければいいのですが、電気信号の場合は印をつけるわけにはいきません。時々刻々変動する 0V、つまりシャースの電位を基準に信号の電位を作り出して送り出しますので、シャースの基準電位が変動すると送り出される信号も変動し、正しい値を伝えることが出来なくなります。富士山の高さが、その時その時の東京湾の海面からの高さで示されるなら、潮の満ち引きや気圧変動、細かく言うと波の影響まで受けて最大で数メートルのずれが時々刻々生じるようになるようなものです。単純に見て 1/4000 程度の誤差ですが、時々刻々の富士山の標高のデータは本来一定でなければならないのに、揺らいでしまいます。これが「雑音」です。これと同じようにして、アース電位の揺らぎは、音楽信号に「雑音」として加わってくるわけです。また、この揺らぎは個々の機器、アンプや CD プレーヤなどの機器で個別に生じますので、それぞれに対処する必要が生じます。

前回述べたように、アース電位の揺らぎの原因は音響出力の変動によります。通常、音楽などを再生しますので、出力の変動は避けて通れません。また、その変動の原因は電源ユニットから取り出される電流の変動に関係します。一方、電位の変動は、電磁気学と言う学問によれば、電荷量の変化として説明できます。つまり、プラスの電荷が多くなると電位は上がり、逆にマイナスの電荷が多くなると電位は下がります。ここで、電荷として移動できるのは金属などから遊離した自由電子ですので、電位が高くなるとは電子が足りない。電位が低くなるとは電子が余っている。と言う風に考えることが出来ます。そこで、KRYNA ではこのアース電位の揺らぎを、自由電子を多く持つ金属を用い、電子を供給したり吸収したりして、多すぎたり少なすぎたりする電子のバランスをとるメカニズムを考え、アース電位の揺らぎを抑制する「零ボルト電位コントロールタンク」を開発しました。同じような製品が他社にもあるように思われますが、似て非なるもの。他社では大地アースを基準に、それとのつながりを求める考え方で作られたものが主体で、表面積を増大させるなどの工夫がなされているものなど様々です。一方、「零ボルト電位コントロールタンク」は大地アースとは全く無関係に機器の 0 V を安定化するメカニズムを導入しています。先程述べたように、機器のシャーシアースに本装置を接続することで、本装置が持つ自由電子をシャーシとの間で授受させ、電子の過不足を緩和させるわけです。この原理は、箔検電器と同じで、金属内の自由電子を移動させることで、成り立たせています。ただし、電流でいうとせいぜい数 μ アンペア以下で、大きな電位変動には対応できません。オーディオ機器のアース電位 (GND) の変動は、測定によると全周波数帯域にわたって、無信号時-140dBV (電圧で $0.1 \mu\text{V}$)、信号再生時には-110dBV (電圧で $3.1 \mu\text{V}$) 程度になります。当然信号再生時には、信号音が大きく、-40dBV 程度あるとすると、3000 倍以上大きい信号なので、気にならないはずですが。確かに、聴覚の特性にマスキング効果 (二つの音源から同じ周波数の音が聞こえるとき、小さい音量の音源の音は大きい音量の音源の音にマスクされて認識できなくなる現象) と言うのがあって、音楽信号と同じ周波数の音は、マスキング効果によって認識できません。しかし、音楽信号は、線スペクトル、つまり、特定の周波数しかないのです。例えば、「ラ」の音程だと、110Hz、220Hz、330Hz、440Hz・・・と言った飛び飛びの周波数のみです。ですから音楽信号と重なった周波数の雑音は認識できませんが、これ以外の周波数の雑音は、残念ながら聞こえてしまうのです。聴覚はすごいですね。この音楽信号以外の雑音がヌケを悪くしたり透明感を損ねる原因になっているわけです。



Tea Break

11 月ともなると寒い日が続いてきますね。こんな時には、ウォッカやウィスキーが恋しくなりますね。友人から以前貰って倉庫に眠らせていたスコッチを、最近開けて飲んでみたのですが、非常においしかったので、つついスコッチを買い足してしまいまし

た。そんなに高級品でもないのと、昔、シングルモルトウィスキーに凝っていた頃、何種類か買って飲んでいたのですが、そのころはアルコールきつさが気になって気張って飲んでいましたが、今回購入したスコッチは、口当たりがまろやかで、香りも豊かでした。それ以前に、友人からもらった 30 年物は、ウィスキーというより XO レベルのブランデーというにふさわしいものでした。そこまで期待せず、もしかしたらアルコールきつさが目立つのも仕方ないと思いながら買ったのですが、いい意味で、期待を裏切られました。このところ、毎晩シングルでは満足せずダブルでやっています。かなり昔、テレビの CM でありましたが、「シングルでやるもよし。ダブルでやるもよし。」サントリーの宣伝でしたでしょうか？確か矢沢永吉さんだったように思います。嵌ってますよね。

ブランデーのようなウィスキーの話が出てきたところで、カフェロワイヤルは如何でしょうか？小さじに角砂糖を載せ、ブランデーを注ぎかけ、火をつけて少しアルコールを飛ばしてコーヒーに入れて混ぜる。この青白い炎が何とも言えません。また、ブランデーの香りとはほのかな甘さが織りなす優雅な味わい。寒さが増したこの頃、如何ですか？あ、このアルコール、決してメチルアルコール（燃料用アルコール）は使ってはダメですよ。メガチりますよ。

こんな時、こんな音楽 …

もう 11 月。霜の降りる季節ですね。暖かい飲み物が恋しくなってきます。木枯らし吹き始めて、イチョウの葉が黄色く道路わきを彩る季節ですね。枯れ葉が歩道上を舞い、グレーで色気のなかった歩道がカラフルに彩られていきます。

こんな時、パリの街路樹も色づき始めているのでしょうか？コートの襟を立てて足早に歩き去っていく紳士。コートを着たまま歩道わきのカフェに座ってコーヒーやビールを飲んでいるカップル。見るからに寒そう。すると、思い浮かばれるのが、「枯れ葉」、「パリの空の下」、「愛の賛歌」・・・そう、シャンソン。カフェオレにサンドイッチ。サンドイッチと言っても、パリのサンドイッチはバケットを半分に割り（横方向に）バターを塗ってハムを挟んだだけの「ジャンボサンド（ハムサンド）」。ちょっと懐かしい気がします。さて、シャンソン。最近あまり耳にしないですね。と言ってはうそになる。シャンソンて、フランス語で歌われた歌謡曲。でも、最近あまり聞いたことがなく、かなりレトロな感じになっています。パリでは当たり前のように流れているのですが・・・。エディット・ピアフ、イヴ・モンタン、私の知るシャンソン歌手は相当昔の人。夏前に、古いレコードを引っ張り出して聞いてみました。懐かしかったですね。ほぼ半世紀前に 4 枚程度買ったレコードです。レハールのオペレッタ「メリー・ウィドー」とはちょっと違って、パリの下町。パリジャンの生活が思い浮かべれます。

今月の音楽

Early Ami Ozaki

尾崎 亜美



尾崎亜美、初期作品の名曲寄せ集めです。70 年代作品からピックアップされていて、作品の雰囲気に合わせてそうしたのか、はたまたエンジニアの違いでそうなったのかは不明ですが曲によって随分音質が違います。でも、、、どうでしょう、、、私の知る限りこの時代の国内ポップス作品としては指折りの音質でこれぞまさに HGS（ホログラフィックサウンド）！そして、インシュレーターやゼロ電位コントロールタンクを使用して S/N を上げると演奏者の技巧の巧みに驚かされます。

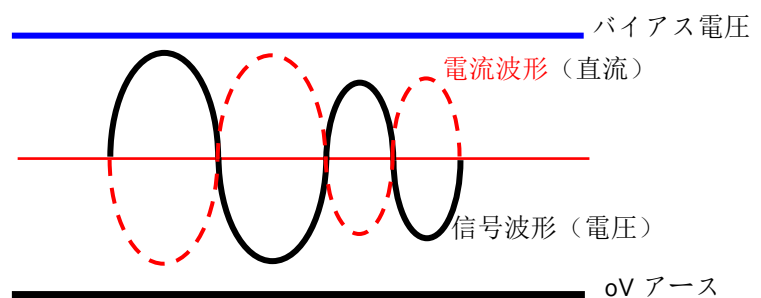


オーディオと物理

第 20 回 電圧と電流

電気の世界と力学の世界は似ている：電気量と力学量の対応 2

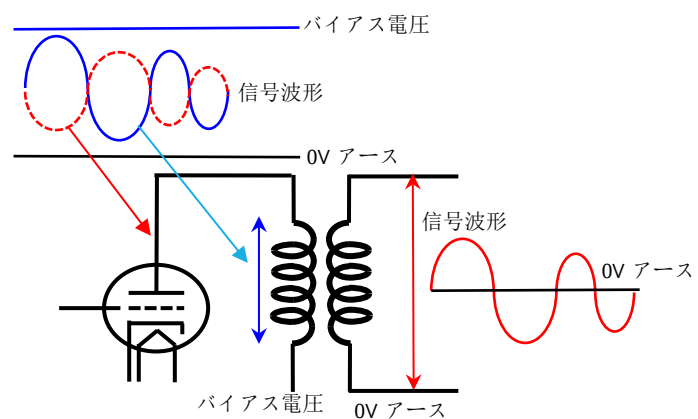
さて、電気と言えば乾電池や家庭用電源が思い浮かびますが、乾電池と家庭用電源とでは大きな違いがあります。乾電池は直流電源で家庭用電源は交流電源です。両者何が違うかというと、直流は電流の向きが変わらない電源ですが、交流は電流の向きが時間的



に入れ替わります。電池をくるくる回してプラスとマイナスを入れ替えているようなものです。国内の家庭用電源は静岡県の富士川辺りと新潟県の糸魚川辺りを結ぶ線を境に西側は 60Hz、東側は 50Hz の周波数で電流の向きが変わる交流です。電圧は家庭用電源で单相 100V、まれに单相 200V。工業用には单相 200V または 3 相 200V が供給されています。乾電池はプラスからマイナスに向けて一方的に電気が流れますね。では、真空管アンプではどうでしょう？真空管アンプでは 300V 程度の直流電源から音楽信号と同じ変化をする電流を作り出します。つまり、時間的に電流

の大きさ（または電圧の大きさ）が変わるわけですが、これは交流でしょうか？直流でしょうか？答えは直流です。ただし、出力トランスの1次側での話です。右の図でトランスの1次側（真空管側）にはバイアス電圧がかかっていますが、真空管が信号に合わせて電流を流すことで1次側の電圧（青い線）が信号波形のように変動し、この逆のパターンで電流（図の赤い点線）が流れます。時間的に電流の大きさは変化していますが、0Vよりプラス側に高い電圧の領域で変動しています。一方、トランスの2次側（スピーカ接続側）では信号の中心点（黒い線）を中心にプラスマイナスに入れ替わる交流（赤い線）になっています。これは、トランスが交流成分しか伝えることが出来ないからです。

交流と直流があることが分かったところで、まずは電圧が一定な直流電源で考えていきましょう。電気の場合、電池などの電源から流れ出た電流は必ず元に戻らなければなりません。つまり電気の流れは、水道のような一方通行（と言っても海に出て蒸発して雨になって川や地下にたどり着くとするなら一巡するとも言えますが）ではなく、必ず電源に戻る閉



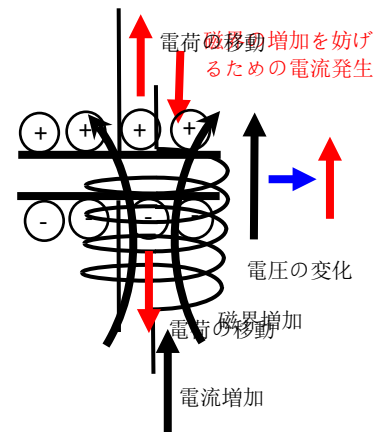
回路を構成します。それはとても便利なことで、閉回路の何処かを切れば電流を止めることが出来ます。また、水道では水道管の太さで流れやすさが変わるように、電気も、流れやすさを変える性質があります。これが抵抗です。水道管では太さに応じた流れ抵抗が生じますが、電気の場合は抵抗と言われる「もの」がその役目を果たします。抵抗の大きさはオーム[Ω]という単位で表されます。電線にも抵抗はありますが、通常電線の抵抗はないもの、0[Ω]と仮定します。また電気を流す力を電圧と呼びます。水圧のようなものです。電圧によって電線でつながれた閉回路に電流が流れます。電圧は2点間の電位の差で、2点の間に生じた電界により作られる高さみたいなものです。この電界は地球の重力場と同じようなもので、電位の高い方から低い方に向かって作られます。地上では高い位置が+、低い位置が-で、高い位置から質量が落下するようなものです。電気の場合はマイナス電荷がありますので、反対方向に進む電荷もあるわけですが、もし負の質量があれば、下から上に物体が落下？するようなものです。電気現象では電荷の移動の実態は電子ですので、電位の低い方から高い方に流れることになります。この電子の流れの方向とは逆の方向を採って「電流」と言っているので紛らわしい面があります。また、電源から流れ出て、電源の反対側にたどり着く必要があり、回路（電子が移動する経路）は閉じている必要があります。と言っても、電源の高い方から低い方へ移動ですから、物体が高いところから低いところへ向かって落ちるのと同じと思えばいいでしょう。物体も落とすために高いところへ運ぶ必要がありますので、その作業

が電源の中で行われていると思えば同じことですね。電流が閉回路を流れることにより、電流によって閉回路に含まれる抵抗に生じる電圧が、電源の電圧と釣り合うこととなり、この関係が良く知られるオームの法則です。オームの法則は、電流＝電圧÷抵抗、電圧＝抵抗×電流、抵抗＝電圧÷電流、などで表されます。物体に加える力をその速度で割ったもの：力÷速度が何だったか思い出してください。そうです、インピーダンスでしたね。これは動きにくさを表していました。電気回路ではインピーダンスは交流回路での流れにくさを表すものですが、同じように、抵抗も電流の流れにくさを表す指標になります。そうです、電圧が力と、電流が速度と対応していると見てよいですね。

交流の場合は、抵抗に相当するものが3種類になります。抵抗、インダクタ（誘導・コイル）、キャパシタ

（容量・コンデンサ）です。抵抗は交流の周波数の影響を受けず一定ですが、インダクタとキャパシタは電流を阻止する大きさが周波数によって変わります。抵抗は単位が $[\Omega]$ 、インダクタは $[H（ヘンリー）]$ 、キャパシタは $[F（ファラッド）]$ です。抵抗は交流の周波数に無関係に電流を阻止する役目を果たしますが、インダクタは電流

の変化を抑制するように働き、周波数が高くなると流れにくくなります。キャパシタは交流の受け渡しに使われ、周波数が高いほど流れやすくなります。これを数式で表現しますと、角周波数（ $2\pi \times$ 周波数）を ω として、インダクタ $L[H]$ のインピーダンスは $Z_L = \omega L$ 、キャパシタ $C[F]$ のインピーダンスは $Z_C = 1/\omega C$ となります。ここで、インダクタの実態は導線を巻いたコイルで、電流が流れることによって磁界が作られ、磁気エネルギーが蓄えられます。磁界は電流と等価なものになります。交流のように電流が時間的に変化するとこの磁界の向きと大きさが電流に関連して変化します。この時、磁気エネルギーも磁界の強さに応じて増減しようとしします。この増減を一定にしようと働くのがインダクタで、磁界が増加するとそれを妨げ、減少すると増やそうとして電流の変化を妨げるよう電流を流そうとします。質量の慣性力のような働きになります。この電流を流そうとする力：電圧 e と電流 i の変化との関係が $e = L di/dt$ です。 L は比例定数で、コイルの形状や構造によって決まります。力学で、質量を加速するとき力を加える必要がありますが、それは言い換えると、質量が変化を拒んで速度の変化を妨げようとしていることです。質量の速度を電流と考えると、電流が増加しようとするときその変化を妨げる動作をしていることになります。こういった意味で、インダクタは質量と同等の働きをしていると考えられます。一方、キャパシタは電荷を蓄積する道具で、絶縁された二つの電極にそれぞれプラスとマイナスの電荷が蓄えられる構造になっています。電荷を蓄えるためには電極間に電圧（電圧＝電位は電荷の量によって決まる）をかける必要があります、この電圧が時間的に変化する交流の場合、電圧の変



化に応じて電極に蓄えられた電荷の量が変化します。この電荷の量の変化が電流として取り出されるわけです。つまり、電流は電荷の時間的変化量として定義されます。ここで、磁界の時間変化による電圧を説明するファラデーの法則（コイルに発生する電圧は、コイル内の磁気量（磁束）の時間変化に比例する）と電荷の量が静電容量（キャパシタ）と電極間の電圧で与えられることを考慮して電流の流れにくさ＝インピーダンスを求めてみましょう。コイルに発生する電圧はファラデーの法則より $e_L = L di/dt$ 、ここで L はインダクタンス[H]でコイルの形状や構造によって決まる定数

（空芯コイルの場合は一定と見なせますが、鉄心などに巻いたものは鉄心の影響で周波数特性を持ちます）です。キャパシタに発生する電圧は、キャパシタに蓄えられた電荷の量 Q とキャパシタの形状と構造によって決まる定数 $C[F]$ により $Q = CV = \int i dt$ より $e_C = \int i dt / C$ で得られます。 C は静電容量（キャパシタンス）と呼ばれます。ここで、インダクタやキャパシタに流れる電流が角周波数 ω の正弦波とすると、 $i = I \sin(\omega t)$ と表され、 $di/dt = \omega I \cos(\omega t) = \omega i$ （ただし位相が 90 度進む）および $\int i dt = -I \cos(\omega t) / \omega = i / \omega$ （ただし位相が 90 度遅れる）となります。したがって、 $e_L = L di/dt = L \omega i$ および $e_C = \int i dt / C = i / \omega C$ となり、インダクタやキャパシタのインピーダンス（交流に対する抵抗のようなもの）はそれぞれ $Z_L = \omega L$ 、 $Z_C = 1 / \omega C$ として得られます。これら抵抗、インダクタ、キャパシタを素子と呼びましょう。

以上の素子を直列や並列に接続して電圧や電流をコントロールするわけです。この使い方については次回お話ししましょう。

☆西村博士の物理ラボ 活動情報はここから

◆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/

