

KRYNA 科学通信

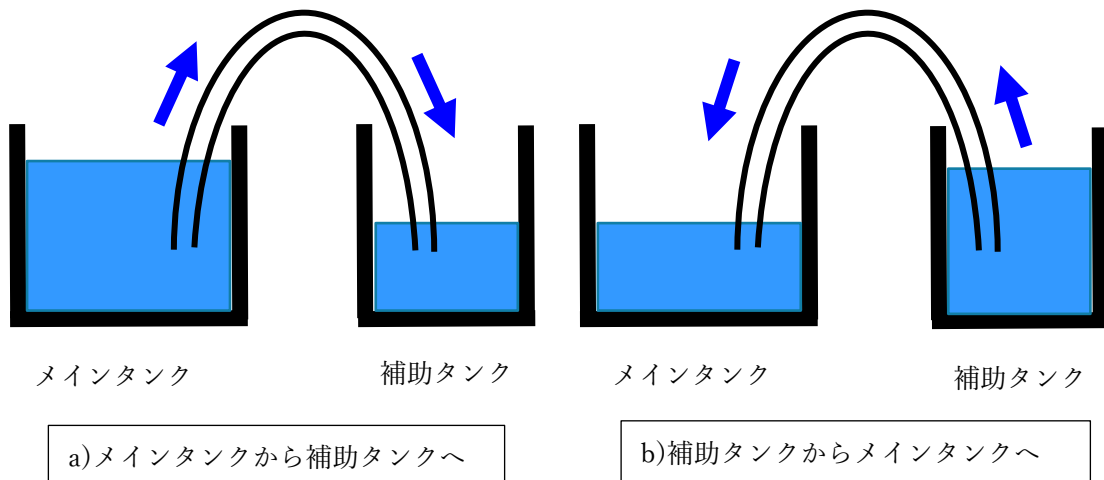
この通信は KRYNA が提供するオーディオ技術とその背景をご紹介します。冊子です。

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

email dr.nishimura.lab@gmail.com

基準安定化の重要性について

これまで、インシュレータの効果と超音波領域の雑音除去の効果について述べてきましたが、いよいよ最終兵器、「電荷タンク」について説明しましょう。前回、アンプなどで、音楽信号を増幅すると、直流電源電圧（バイアス）が変動することを説明しましたが、同時にアース電位も変動します。何故なら、バイアス電流が戻ってくるのが電源のアース部分ですので、同様に揺らぐわけです。ただ、アース電位は、シャーシ全体に広がっていますので、帰還路の面積は大きく、バイアス電位ほどの揺らぎは生じないと推測できます。実際測定しますと数 μV 程度です。再生していないときは $0.1\mu\text{V}$ より小さい揺らぎですので、この数 μV 程度の揺らぎが雑音となって重畳してくるわけです。この微細な変動を吸収するのが電荷タンクです。アース電位の変動は、 0V を中心に、 \pm 数 μV ですので、電流に直すと微々たるものです。（実際、電荷タンクと機器のアースとの間の電位差を測定してみると数 μV 程度あるわけです。電流は電荷移動量 Q の時間微分 dQ/dt ですので、測定された電圧 V は抵抗 \times 電流で、 $V=R \times dQ/dt$ となります。ここで、これを周波数で見ますと dQ/dt は ωQ ($\omega=2\pi f$, f は周波数) と表せますので、 $V=R \times \omega Q$ となり、 $Q=V/(R\omega)$ が得られます。 R は約 0.1Ω 、周波数 f を 1000Hz 、電圧変動を $1\mu\text{V}$ とすると移動する電荷量は約 2×10^{-9} クーロンとなり、電子約 10^{10} 個の移動がある計算に



なります。例えば鉄 1g 中の原子の数は 10^{22} 個ですので、1 兆個の原子の内 1 個の原子から 1 個ずつ電子が放出される計算です。) 一方、電位の変動は、マイナスの電荷つまり電子が多いか足りないかによって生じますので、アース電位が負に変動したら余分な電子を吸収し、プラスに変位したら電子を供給して変動を抑える作業をさせるわけです。貯水タンクと同じようなものです。そういった意味では、下の図のようなサイホンを考えると分かり易いでしょう。サイホンは、メインタンクと補助タンクで構成され、二つのタンクは水で充たされたチューブでつながっています。水を電子と見なしますと、左の a) の図のように、補助タンクに対してメインタンクの水面が高くなる（電子が増えて電位が低くなる）と補助タンクに水（電子）が移され、逆に低くなる（電子が減って電位が高くなる）と補助タンクから水（電子）が流れ込み、水面の高さを同じに保ちます。つまり、水位（アース電位）の変動幅を押さえる訳です。

電荷タンクの電子発生の原理は静電気と同じで、誘導帯電に相当します。金属が静電気を帯びるといふのは常識では考えられないと思われるかもしれませんが、実は、静電気を帯びます。ただし、静電気が存在する時間が他の物質、特に絶縁体、エポナイトや髪の毛などと比べて非常に短い（金属は導電体なのですぐに拡散して消える）ので静電気が発生しないとみなされているのです。普通の静電気は絶縁体に生じてそれが長時間保たれます。絶縁体では、電子は移動しにくく原子・陽子に拘束され溜まってしまい挙句の果て、「パチッ」と放電して「いたた！」となるのです。しかし、金属の場合、陽子に拘束されないで自由に動ける電子となるのです。また、金属にも、静電気が発生する場合の順番があり、金属 A と金属 B では、A がプラス、B がマイナスとなったとしても、金属 B と金属 C では、B がプラス、C がマイナスとなるなど、同じ金属でも相手が変わると帯電の仕方が変わってしまいます。そこで、異なる種類の金属を組み合わせ、マイナスに帯電しやすい金属で電子を供給し、プラスに帯電しやすい金属で電子を吸収させることで、対象の電位変動を緩和・抑制する装置を作り上げることが出来るわけです。その金属を選定する上で、HGS の実現に最も効果的な金属が選ばれ、使用されています。手前味噌ですが、効果は抜群です。これまで実現できなかったスピーカの外側迄の広がり、長い余韻、音の自然らしさ。雑音にうずもれていた信号が、一気に解放されます。使い方は簡単。端子は一つしかなく、D/A コンバータ、CD；プレーヤ、プリアンプ、メインアンプ、スピーカなど、アース端子が存在する機器にぶら下げる（導線でつなぐ）だけ。プラスマイナスで行きと帰りがある機器とは異なります。そのあたりは不思議ですね。

Tea Break



音の面白みで見てみると、アニメは普通の野球放送やドラマなどより楽しめるのではないかと思います。特に、今期のアニメは画面の内側だけでなく、画面の外や、自分の横まで広がっているものが多いように思います。音作りに気合が入っているようです。つまり、2チャンネルなのにサラウンドが楽しめるほどの音の情報が入っているのです。しかも音がリアルです。

さて、ここまでテレビ放送を題材に、音場感・空間の広がりなどについて話してきましたが、先日比較用に聞いたギターの演奏を聴いて思ったことを話しましょう。アコースティックギターで、弦は低音が金属巻きガット弦、高音がナイロン製のガット弦（羊の腸を擦った弦ではなく通常のナイロン弦）の音がしていました（羊の腸かナイロンかを聞き分けるのはちょっと難しいかな？）。直前にお話しした電荷タンクの効果を確認していたのですが、そのついでに、インターネットのハブにも電荷タンクの効果があるかについて実験してみました。電荷タンクは、アース電位の安定化を目的としたアイテムで、基本的には、アナログ回路を対象に開発されています。それでも、デジタルにも効果がある？のではないかと確認作業をしたわけです。ハブと D/A コンバータの間を LAN ケーブルと光通ケーブルとで効果の差を確認していました。その過程で、光の通信速度を上げたり、光ケーブルの長さを変えたり、いろいろな条件で効き比べました。結果としては、LAN ケーブルで電氣的に接続するのが最も良い結論になりました。LAN ケーブルでの聞こえ方は、音像定位がはっきりし、音場の広がり十分に表現され、音がナチュラルで、余韻が長く、細かな音まで聞き取れる状況でした。それに対し、光ケーブルでの通信では、電荷タンクの効果はあるものの、共通して、広がり少なく、定位がボケ、音にクスミが出て余韻も短く、細かな音が聞こえなくなるという傾向になりました。確かに、この違いは微細で、比較しなければ十分良い再生音と言えるでしょう。この時、ギターの音の違いを聞き分けてみました。音像定位や空間的広がりには差が感じられなくても、音のクスミに結構変化が見受けられました。透明感というか、抜けの悪さというか、余韻の無さとも共通する感覚かと思います。ガット弦特有のこするような音で少しボケのある中で、実はかなり高い音まで入っていて、それが表現出来るか出来ないかの違いだといえます。そこで思ったのですが、自分でよいと思っても、また、常識ではありえないと思えることでも、試してみると結構変化があり、これまでにない感覚で見直せるような気がしました。デジタルは雑音に強いから電荷タンクの効果はないだろうと思っていましたが、そんなことはないのです。

ここで、当分お茶の話から遠ざかったので、音の「クスミ」感を紅茶を例にお話ししましょう。クスミは、紅茶でいうと、かなり高度な感覚でしょう。例えば、ダージリンのファーストフラッシュを思い浮かべてください。同じ年、同じ茶園の紅茶でも、ランクに差があります。ランクが高いものと低いものでは、高いものは値段が指数関数的に上昇して手に入れるのは困難ですが…。一度だけ、比較したことがあります。値段的には倍半分でしたが、高いものにはそれなりの値段が付けられているものだと感じました。確かに、ランクの高いものは雑味が少ないのです。香りや味わいに大きな差はないのです。

が、良いものにはキレの良さが出せますが、ランクが低いものにはクスマを感じられました。音でいうと雑音ですね。オーディオでは、この雑音が使用する機器によって持ち込まれるのです。ですから、このクスマを可能な限り取り去る必要があるのです。ただ、人間には適応力があって、現状に慣れて受け入れられるわけですが、一方でより良い（と思う）ものを経験するとそれを手に入れずにはおけない欲望がうごめいてきます。その時、何が本質かをしっかりと見極めることが必要になるわけです。本質を見極めることができれば、何をどうすればよいか分かってきます。先程の紅茶では、いろいろ飲み比べて探すしかありません。または、よりよく飲むためには、茶葉の量と水の量、抽出時間、湯の温度によって抽出されるお茶の味わいや香りをコントロールする必要があります。コーヒーや日本茶もお同様です。お茶やコーヒーはいつも同じとは限りません。何年産か（気候の影響）、何処で取れたか、どのような製法で作られたか、それを飲むときの気候や気分によって最適な入れ方が変わってきますし、材料自体（茶葉やコーヒー豆自体）を選び直す必要があります。オーディオの場合、環境による最適性はそこまで変化はなく、一度きちんと調整すれば十分な面はありますが、その折、大切なのが、音の質を聞き分けることかなと思いました。そのためには、実生活の中で体験できる音を再生し、実際の音と同じに聞こえるかを、日ごろ実際に聞いたことのある音を基準に、オーディオの調整をしてゆくことが必要なのではないでしょうか？リアルな音に近づけることを目指すなら、電荷タンクはよい道具となる気がします。同時に、D-Prop などでの振動対策も併用することが必要です。雑音を低減することで、2チャンネルであっても、部屋中をその音の会場にする（サラウンド以上の効果あり）ことが出来るのです。もし、本当の音を求めたいなら、チャレンジしてみませんか？

今月の音楽

日本の真音 Victor

12曲目「花火」



熱海湾の海上花火大会のフィールドレコーディングです。

熱海の地形（背後の山々）によって生み出されるダイナミックな音響をどこまでリアルに鳴らす事ができるか!? 特に高さ方向の音場に注目です。



オーディオと物理

第8回 力と運動の関係（力の大小で動きがどう変わるか）

軽いものは小さな力で動かせるが、重たいものは大きな力が必要。同じ力なら、軽いものは速く動きだすが、重たいものはゆっくり動きだす。つまり、軽いと加速度が大きくなるといえる。

力と加速度は同じことを言っている。比例定数が質量 m 。

ニュートンの第2法則は、質量に加える力と生じる加速度の関係を示しています。そこで、見方を変えると、同じ力が働く場合、質量が小さいほど加速度が大きくなり、同じ加速度を生じさせるには質量が大きいほど大きな力が必要であることが分かります。また、動いているものを止めたいときにも同様に、同じ力で止める場合、質量が大きいほど加速度が小さいので、止めるのに時間がかかり、同じ時間で止めるには、質量が大きいほど大きな力で制動せねばなりません。そのため、大きなトラックのブレーキは強くつくられ、自転車などは弱い力でブレーキをかけることとなります。自転車でトラックのようなブレーキをかけると、乗っている人が前に放り出されます。ニュートンの第2法則の意味を理解すると、このような議論ができる訳です。

軽いものは動きが俊敏で、重たいものは小回りが利かないといった日常のあたりまえが言えるわけです。しかしこれも、重さと力の比率で決まりますので、軽くても力が小さければ重くて力が強いものと差がなくなってきます。前回、バネにぶら下がった質量の例を考えてみましたが、図に示したのはバネ定数 $k=1\text{Nm}$ 、質量 $m=1\text{kg}$ でした。それでは、バネ定数 $k=0.001\text{Nm}$ 、質量 $m=1\text{g}$ のとき、また、バネ定数 $k=1000\text{Nm}$ 、質量 $m=1\text{t}$ の場合それぞれどんな動きをするのでしょうか？ 実は、この3つの例はすべて同じ動きをします。つまり、砂糖一袋でも、1円玉でも、自動車1台でも、それに使うバネの強さが質量に見合ったものなら、質量に関係なく同じ動きをするということです。同じ動きとは、振動の周期が同じになるということです。前回の結果で、振動の周期 T は $T=2\pi/(k/m)^{0.5}$ で与えられましたので、それぞれ値を入れてみると、 $k/m=1\text{Nm}/1\text{kg}=0.001\text{Nm}/0.001\text{kg}=1000\text{Nm}/1000\text{kg}=1$ となり、周期 $T=6.28$ 秒となります。同じ動きですが、初期振幅が 1m なら、1円玉にとってはゆっくりな動きでも、自動車にとっては俊敏な動きになっているといえます。初期振幅が 1mm (0.001m) の場合、1円玉にとっては止まっているようなものですが、自動車の場合ぶるぶる振動している状況になります。1円玉に働く力は小さいのですが、自動車に働く力は1円玉の百万倍にもなっています。

ちょっと変な話ですが、太平洋戦争中、急降下爆撃機が軍艦を攻撃するとき、港などで停泊しているときは容易く爆弾が命中しました。例えば、真珠湾攻撃の時のように。一方、洋上で爆撃す

るとき、艦船は全速力で走り回ります。急降下爆撃機は高度 3000m あたりで爆弾を投下します。投下されてから海面（艦船）に当たるまで約 20 秒かかります。この 20 秒の間に爆弾の落下位置から艦船は離れなければならないわけです。止まっていると、何千トンもの大きさ船は急には動けないので、20 秒で落下位置から逃れることはできませんが、高速で動いていると、右や左にコースを変えることが容易くできるようになります。監視員から爆弾が投下されたという連絡が入ると、取舵なり面舵なりランダムに操舵して回避されてしまうのです。でも 100%ではありませんが…。ここで、何故高速で動いている方が良いかですが、艦船の進路変更は舵により行います。舵は水流の方向を舵板で変えることにより艦船の向きを変えます。そのため水流が大きいほど向きを変える力が大きくなり、速く向きを変えることが出来るからです（高速で飛ぶ飛行機の場合も同様でもっと複雑な動きをします）。ただ、水上では進行方向の慣性がありますので、船の向きは変わっても斜めを向いたまま略直進ということもあります。例えば、50 万トン級のタンカーが数 km 前方に障害物を発見しても、避け切れないこともあるわけです。そのあたりは、俊敏な動きを必要とするかどうかの違いで設計が変わるのでしょう。こんなことを思うきっかけですが、以前「真夏のオリオン」（玉木宏、北川景子）という映画がありましたね。元は、池上司の「雷撃深度十九・五」、その元は、「鉄の棺」というイ五十六潜の軍医長の手記みたいです。その映画の中で、魚雷発射後、時間を測定し距離から求めた命中時間を測り、その時刻に爆発音が聞こえるかどうかを判断します。同様に、潜水艦から魚雷が発射されたのをソナーで調音し、その距離から、命中までの時間を測りながら回避行動に出るのです。通常魚雷は、1000m やそれ以上の遠方から発射します。現在の魚雷は速度が高速化されていますが、太平洋戦争中の魚雷は 40 ノット（約時速 70km/h）程度、すると発射から命中までの時間は 1000m 約 50 秒となるわけです。ちなみに水上艦艇は魚雷攻撃を航跡から発見しますので、いかに早くそれを見つけるかがカギとなります。さらに、回避行動をとるためには高速で動いていることが必要です。戦艦同士の砲戦の場合 10000m の距離で撃つと、砲弾の速度が 750m/s 程度として放物線コースとする場合、発射から 15 秒前後でしょうか。で、現代の弾はもっと高速で飛ぶようになっているようですが…。このような計算をしていくと、拳銃で撃たれても弾が届くまでに避けることが出来るかと思えますが、拳銃の弾、音速より速いみたいで、音が聞こえた時には弾に当たっているみたいですね。残念。

話が横にずれましたが、こうして物体の運動を考えてみるといろいろ見えてきて、時にイメージ通りであったり、イメージと大きくずれていたりしますね。物理は色々な物事の説明や理解に結構役立ちますよ…。

☆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/

