

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

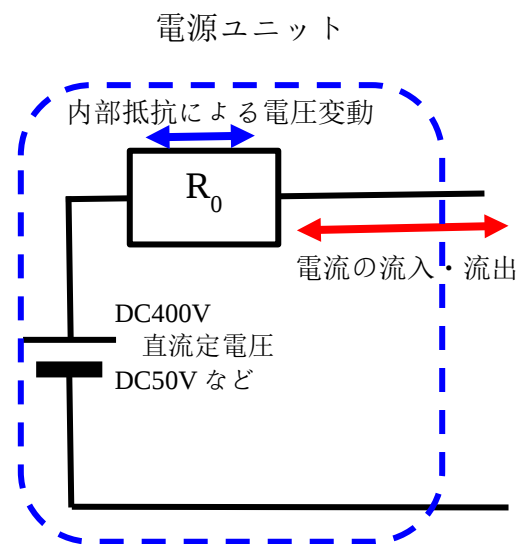
email dr.nishimura.lab@gmail.com

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 2

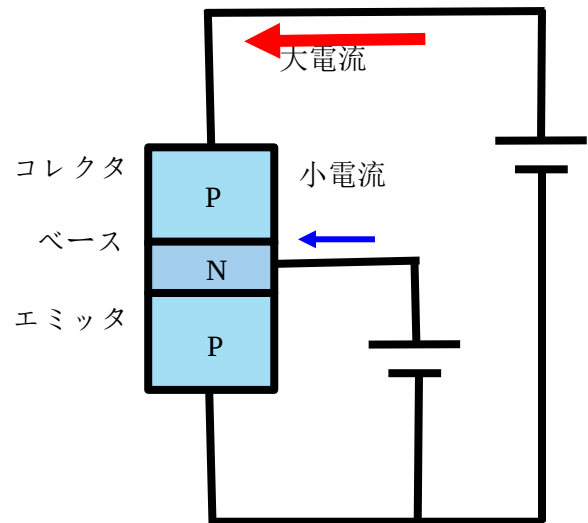
前回の真空管の基本動作に続いてソリッドステートアンプにも少し触れましょう。前回、アンプはタンクから流れ出るエネルギー量を音楽信号で調整して大きな音として出す道具と言いましたが、このタンクに問題が隠れています。どんな問題かという、タンクからエネルギーを取り出すとき内部の損失や線路での損失によって送り出しの電圧が変動してしまうことです。右の図のように、電源ユニットは交流電源から直流電源を作りますが、設定した直流電圧が取り出せるのは、出力電流が設定した一定の場合で、これから変化すると電源ユニットの出力電圧が変動します。この変動によりアンプの動作

点が揺らいでアンプの増幅率を変動させてしまうという問題につながります。と言っても、音の大きさが変わると言ったことはなく、ちょっとしたいたずらをするのです。ソリッドステートのアンプも同様ですが、ソリッドステートアンプは動作電圧が数 10V です。真空管アンプの五分の一から十分の一の電圧です。ということは、電流はその逆で 5 から 10 倍になります。電源ユニットでの電圧変動は真空管により大きいかもしれませんね。

さて、最近のオペアンプを用いた回路は置いておいて、トランジスタまたは FET（電界効果トランジスタ）による増幅回路の基礎を見てみましょう。トランジスタはシリコン（石英の元になるケイ素の結晶）に不純物を混入して電荷を作り出しますが、電子が移動する N 型と電子の抜け穴（ホール）が移動する P 型があり、両者を組合せてつくります。N-P-N と貼り合わせるタイプと P-N-



P と貼り合わせるタイプがあります。この 3 層にそれぞれコレクタ、ベース、エミッタという名称がついています。コレクタはプレート、ベースはグリッド、エミッタはカソードに相当します。右の図は PNP 型のトランジスタを示しますが、ベースに小さな電流を流すとそれに連れられてコレクタからエミッタに大きな電流が流れます。この大きな電流はベースに流れる電流に比例するので、音楽信号をベースに入力すれば増幅された電流がコレクタからエミッタに流れる仕組みです。



NPN 型は電源のプラスマイナスが逆になり、電流

の向きが逆になるだけで同様に増幅します。PNP と NPN を組み合わせて、信号のプラス側を PNP で、マイナス側を NPN でそれぞれ分割して増幅させるコンプリメンタリ回路が多く使われています。真空管ではできませんが…。ソリッドステートアンプの場合、増幅素子で増幅した電流（電圧）でそのままスピーカを駆動できるので、トランスやコンデンサを使わずに構成することも可能です。動作点はベース電流の基準点で設定しますので、出力電流の変動により電源電圧が変動するとこの基準が揺らいでしまい、増幅率の変動が生じます。トランジスタ回路は苦手なので、この程度で勘弁してください。

トランジスタ回路は入力電流で制御しますが、入力電圧で制御する FET（電界効果トランジスタ）もあります。以前、3 極管特性に似ていると言われた V-FET を使ってアンプを作ったことがあります。最近、この V-FET を使った SONY のアンプ（1970 年代の製品）を入手して聞いてみましたが、トランジスタ臭くなくとてもよかったので、以前はこんなに良いアンプを作っていたんだなと感心した次第です。ま、最近のアンプはデジタルアンプに変わってきているようで、アナログでのノウハウは要らないのかもしれません…。

いずれにしても、電源から電流を取り出してスピーカを駆動する仕組みはアナログだろうとデジタルだろうと変わらないわけで、タンクから電流を取り出したときにどれだけタンクから取り出される水の勢い（電圧）が変わらないかに係ってきます。このことは単に電源の内部抵抗が低いか高いかに関係してきます。最近、アンプなどで家庭電源に付いているアース線を使って機器のアース電位を安定化しようとの試みが流行るなど議論されていましたが、電力系のアースは第一種接地（最も接地抵抗が低い接地）でさえ、接地抵抗が 10Ω 以下です。つまり、 1mA の電流変化で、 10mV の電位変動が起こることになります。通常、真空管では最大の振れ幅で、 100mA 程度の変動が生じます。ソリッドステートではさらに 10 倍以上の電流の変動が起こります。一方で、通常はアンプなどの機器は独立して基準電位を持っていますので、電力線のアースに頼らなくても、自身

で安定していれば問題は生じません。この辺りの判断はユーザー一人で判断するよりほかないように思われます。何らかの対策をして、改善できたかそうでないかは、聞く本人に寄るからです。この辺りが難しいところです。音質にしろ、音像定位にしろ、どう感じるかは本人次第というところでは、似ていたり似ていなかったりで、一人ひとり感じ方が大きく変わるものだと思います。ただ、対策を行った時の変化の方向性は大体同じ傾向は得られましたが、100%ではありませんでした。このように不確かさがありますので、科学的な根拠を提示することは重要な課題ではないかと思っています。その科学的根拠として、我々は、雑音の低減を挙げているわけです。雑音は、音の情報を乱しますので、雑音が少ない音を聴いたとき、定位はより明確になるでしょうし、音自体本来の音、改変されていない音に向かっているはずです。次回は、この基準電位の変動を如何に低減できるかについて説明したいと思います。



Tea Break

さすがに 10 月にもなると朝夕涼しくなって過ごしやすくなりました。そろそろ、暖かい紅茶が恋しくなってきますね。まだまだ昼間は暑いのですが、今年の夏は例年になくアイ스티ーのお世話になりました。結局、水出しはせず、古い（2 から 3 年前）紅茶の使い残しを使い果たす形で、少し薄めに抽出して冷蔵庫で冷やすだけで凌いだといったところです。そろそろ夕食後、音楽でも聴きながらクッキーをほおぼり、暖かいミルクティー頂くのもいい季節になってきます。もっと寒くなるとロシアンティーでしょうか？カフェオレの感覚で作るなら、1.5 倍程度の濃さでお茶を抽出し、同量のホットミルクで割るといったところでしょうか？使う茶葉は、アッサム、ダージリン 2nd フラッシュ、もう少しすると出てくるダージリンオータムナルフラッシュがいいかな？渋いのが苦手な方はアッサムがいいでしょう。ニルギリでもよいかもですが、ごつさとかどっしり感は出ないでしょう。

この夏は田舎の家に行って草取りや畑の整理などしたのですが、茗荷が生えていて茗荷の子をたくさん採って帰りました。久しぶりの茗荷でした。土まみれなのでよく洗ってスライスし、きゅうりと一緒に醤油をかけて食べました。ちょっと苦みがあって刺激的ですが病みつきになる味ですね。茄子と一緒に炊いてもいいし、みそ汁に入れてもいい。甘酢漬けもいいです。スーパーに売っていますが、買ってまでは食べる元気はないですね。草をかき分け、蚊と戦い、蛇の恐怖に絶えながら採ってきた茗荷は格別です。去年までは手が付けられない状況だったので、来年から楽しみが一つ増えました。

こんな時、こんな音楽 …

さて 10 月。といってもまだまだ暑さが漂っていますが…。気候的には穏やかで実りの秋。今年の稲作は順調なのでしょうか？私は、昨年玄米に凝って、3 種類の玄米を 10kg ずつ買ってしまい、未だに半分残っていて、もしかすると今年は新米を買えないかもしれません。ちょっと可笑しい話ですね。

さて、可笑しさついでに、笑えるオペラを見てみませんか？少し優雅にパリの社交界を覗いてみましょう。シャンパンを飲みながら、生ハムとチーズ、いや、チーズケーキがいいかな？それとも、ブランデーをくゆらせながらレーズンをつまむ。冷酒にきゅうりの塩もみでもいいですね。大きなディスプレイに舞台を映しながら、レハールの「メリー・ウィドー」は如何ですか？3 幕構成のオペレッタで、場所はパリ。貴族の社交界。ある国の外交官の官邸から始まります。第 1 幕はポンテヴェドロ公使館の広間で催されている国王の誕生日祝賀会。老富豪の若き未亡人ハンナの資産目当てにパリの貴族たちが奔走する。未亡人の資産が海外へ流出しては一大事と、これまた画策する公使と部下の伯爵。ただ、伯爵とハンナは昔結婚しようとして親戚から反対されて結婚できなかった経緯の持ち主。お互いに愛を確かめ合うためにいろいろと画策します。第 2 幕はハンナの家の庭。パリジャンとの浮気がばれないようにこれまた策を練る公使夫人としつこく言い寄るパリジャン。もう少しで浮気がばれそうに。第 3 幕はパリのレストラン（バー？）マキシムが舞台。踊り子たちと公使夫人によるカンカンなどが披露され大騒ぎ。複数の恋路が絡み合って駆け引きをしていく、ちょっとしたドタバタ喜劇です。細かな内容は見てのお楽しみ。優雅で美しい音楽を堪能してください。全部見ても 2 時間弱（1 時間半？）程度なのでお手ごろ。ブルーレイか DVD で見ると、字幕が出るので内容が把握できていいですね。CD など映像なしだと、内容をよく知っているか、ドイツ語を十分聞き取れないと面白みが半減しますね。

今月の音楽

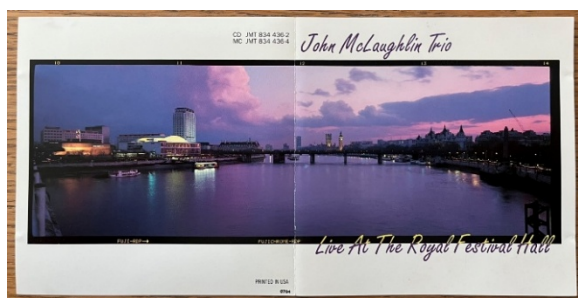
ライブアット ザ ロイヤル フェスティバル ホール(1990)
ジョン・マクラフリン・トリオ



亡き先代との思い出。古くからのお客様に教えていただいた一枚です。

1989 年 11 月 27 日のライブ録音で、発売は 1990 年。まだ東林間に店を構えていた頃、店頭では先代（伊奈龍慶）セレクトの輸入盤 CD を販売していました。かなりマニアックな物まで取り揃えていたこともあり、それが目当てのお客さんも居られたようなのですが、そんな中でも何故か随分と長いこと売れ残っていた作品の内の一つだった様です。

確かにコマーシャルな内容ではありませんが、演奏も録音もすばらしく、これぞ HGS！なライブ盤です。80 年代後半～90 年代前半の空気感が漂い、まるで映画のワンシーンを観ている様でもあります。ジャケットの写真と音が繋がって、、、秋の夜長に出番が増えそうです。



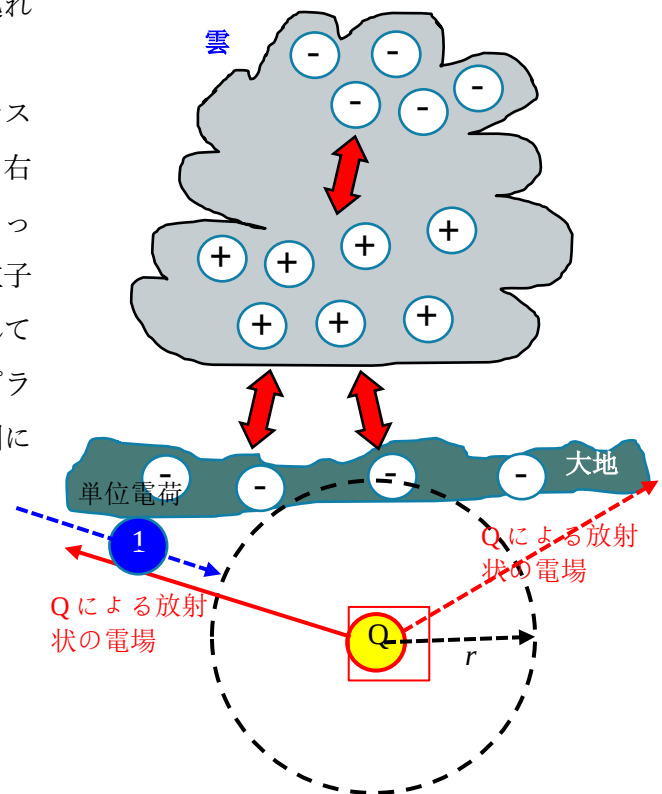
オーディオと物理

第 19 回 電磁気学の基礎

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

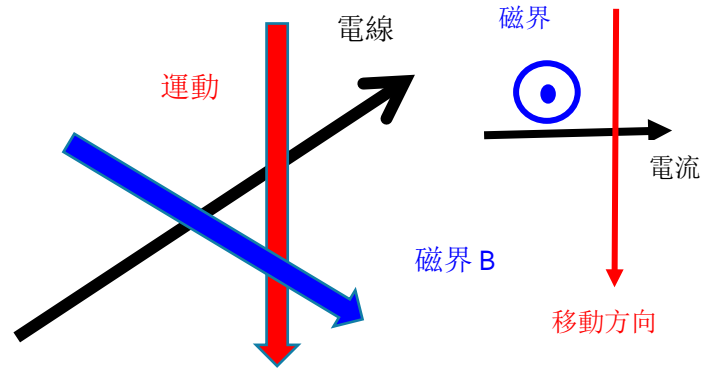
電磁気学の基礎は飛ばそうと思ったのですが、高校の教科書を見ると真面目に書いてあったので、飛ばすのをやめにしました。

電荷は原子の周りの電子が陽子の束縛から逃れて飛び出し、他の原子や分子と一体化することで、電荷を帯びた粒子ができ、プラスやマイナスの電荷になります。その出来方は色々ですが、右の図のように、積乱雲などでは、上昇気流によってかく乱され相互にこすれ合った水滴や微細粒子が、プラスとマイナスの電荷がそれぞれ分かれて蓄えられます。すると摩擦により雲に莫大なプラス電荷とマイナス電荷の塊が作られ、両者の間に電圧（厳密には電位差）が発生し、電流（電荷の移動）を流す力が生じます。地上にはマイナスの電荷が引き寄せられ地面との間に、大きな電位差が生じます。雷を想像していただくといいでしょう。空気は絶縁体ですが、大きな電気の力が働くと、絶縁が壊れて電流が流れます。これが落雷で、たまった電荷を

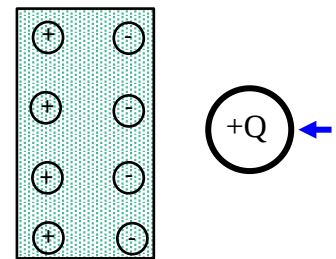


中和します。同じように雲の間でプラスとマイナスに分かれると空で稲妻が飛び交って、電荷を中和するのです。偏ると不安定になるので、プラスとマイナスが入り混じっている方が安定になりますね。電荷が引き合って中和するときの力が前回反発しあう力として示した式 $F = q_1 q_2 / (4 \pi \epsilon r^2)$ で、クーロンの法則と呼ばれます。ここで、 $F = q_1 \times q_2 / (4 \pi \epsilon r^2)$ と書き直すと、距離 r 離れた場所に q_2 が作る「場」とその中に置かれた電荷 q_1 の間に働く力として見る事が出来ます。重力場の場合と同じですね。重力が作る場 GM/r^2 は単位が m/s^2 で重力加速度と同じです。同じように、電荷によりつくられる「場」を E とおくと $E = q_2 / (4 \pi \epsilon r^2)$ と表されます。ここで、地球の重力による位置エネルギーを思い出してください。位置エネルギーは重力加速度の中を重力加速度の向きに質量を移動させることで変化しました ($E_p = mgh$: 力 $mg \times$ 距離 h)。同じように、電荷 q_2 が作った場の中を、場の向きに q_1 を移動させると位置エネルギーが変化したように、電荷 q_1 の位置エネルギーも変化します。この q_1 の位置エネルギーの変化を 1 クーロンの電荷で求めたものが電位差になります。厳密にいうと、 q_2 による電場の中を無限大の距離から距離 r の位置まで移動させるに必要な仕事として定義されます。これが電位で、2 点間の電位の差を電圧（電位差）と呼んでいます。

電荷のでき方は、雷のような摩擦による場合のみでなく、ローレンツ力など磁界中運動による起電力（電位差を作る力）もしくはフレミングの法則など磁界と運動の相互作用を利用した発電機などでも知られます。例えば図に示すように磁界 B に垂直に伸びている電線が磁界と電線に垂直な方向に移動する（例えば電線が左右、磁界が紙面の奥から手前に向いていて電線が上から下へ移動すると、電線の下側の磁界の密度が上側より相対的に高くなる）なら、それを中和する方向に電流を流そうと働き、左から右に電流を流そうとします。つまり、左側の電圧が高く右側の電圧が低くなります。この詳細はまた後日説明させていただきます。発電機や摩擦も同じですが、力が働いて電荷をプラスとマイナスに分けていくと考えて頂くと、電気も力の世界だと思えるようになります。



さて、電荷が集まる現象に「静電誘導」という現象があります。前回少し触れましたが、金属はその結晶構造上電子が自由に動きやすい性質を持っています。そのため電気を流しやすく導体と呼ばれます。一方、プラスチックや木など、電気を流しにくい物質があります。これを絶縁体・不導体などと呼びます。静電誘導は金属など導電性が高い物質で顕著で、導電性の物体に右の図のように電荷を近づけるとその電荷と反対の電荷（プラス電荷に対してはマイナス電荷）が、電荷が近づいた側に集まる現象です。当然同じ電荷は反発しますので、反対側に集まります。静電誘導が起こっても、導電性物体の電荷の総和は変化しません。ただ、電荷の分布が偏るだけです。しかし、図の左側に他の物体を接触させ、左のプラスを中和させた後接触を外すと、物体はマイナスに帯電します。不思議ですね。この実験、多分箔検電器で記憶にあると思います。この原理を使ったのが、KRYNA が誇る「零ボルト電位コントロールタンク」です。



今回はこの程度にしておいて、次回は電圧と電流と抵抗の関係を見て行きましょう。

☆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/

