

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紹介する冊子です。

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

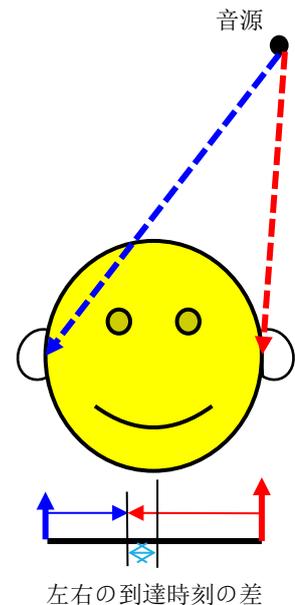
email dr.nishimura.lab@gmail.com

基準安定化の重要性について

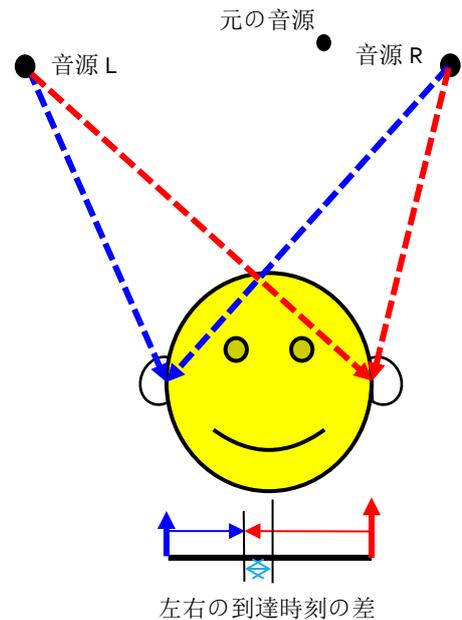
ここまでは再生装置のレベル向上のために KRYNA が提供してきた技術の紹介をしてきましたが、少し目線を変えて、リスニングルームの特性がどんな影響を与えるかを見ていきましょう。ルームチューニングなどと呼んでいますが、オーディオ雑誌などでも話題になったりしていますね。例えば、四角い部屋でコンクリの壁などでは定在波が発生し、聞く位置によって特定の周波数の音が強調されたり、無くなったりします。また、反射が多いと音像定位が不明瞭になり、吸音しすぎると音がやせる、などの問題が生じます。となると何処迄どうすればいいのか難しくなってきます。そこで、今回は、壁での反射音の影響について「音像定位」の面から考えてみましょう。

まず、音像の意味は、「音を聞いたとき、イメージとして浮かび上がってくる像」、「聴感上の音源で、人はある音を聴いただけで、音源の位置・大きさ・形などを感じることが出来る。この感覚的にとらえた音を音像という。」などご理解ください。実際に楽器から出た音や人の声を聴くと、その音が何の音であるかと同時に、方向や距離を認識できます。しかし同じ音を聴くにしても、運動場など広く開けた場所で聴く場合、部屋で聴く場合、さらに、トンネルなど反射や残響が多い場所で聴く場合ではその認識の仕方が変わってきます。

では、音像認識のカギとなる情報は何なのでしょう？実音源の場合、音源から発せられた音が左右の耳に到達し、鼓膜の振動によって発せられる蝸牛の神経パルスの強弱（多少）と、そのパルスが左右をつなぐ神経を伝播して何処でぶつかるかの時間的ずれなどの情報を用いて方向の認識をされると言われています。右の図のように、音源の方向により距離減衰が起り、左右の耳の入り口で音圧に差が生じます。さらに、音の到達時刻の差を検出して、どの方向かを認識するようです。



ステレオ再生音での音像認識はさらに複雑になります。実音源の場合は、一つの音源から出た音を聴くのにに対し、この場合、二つのスピーカから一つの音源の音が放射され、耳の入り口で足し合わされる複合音による合成音像認識になります。例えば、右のスピーカから発せられた音が左右の耳に到達すると同時に、左のスピーカから発せられた音が左右の耳に到達します。左右のスピーカから右の耳に到達した音は足し合わされた音圧となって鼓膜を振動させます。同様に、左右のスピーカから左の耳に到達した音も合成されて左の鼓膜を振動させます。この時、音圧として足し合わされる場所に注目してください。足し合わされた音圧が、実音源を聴くときと同じ音圧（刺激）となれば合成音でも、実音源と同じ認識ができるはずです。つまり、左右のスピーカによって右の耳位置で作られる音圧が、実音源を聴くときと同じものになり、同様に左の耳でも実音源によるものと同じものになれば、スピーカを通して、実音再生ができることとなります。しかし、現実にはスピーカの位置が移動（もしくは聴取者が移動）すると、耳の位置での合成音圧は変化してしまいます。スピーカ位置の変化は、そのスピーカから届く音圧の大きさと位相に変化（時間のずれ）を引き起こします。左右で同じ変化があればまだ良いのですが、そうとは限りませんので位置の認識が変わってしまいます。また、再生装置は周波数特性を持ち、大きさや位相が変わってしまいますので、実音源を聴くのと異なってしまいます。さらに、音楽などでは音源が一つとは限らないので、二つのスピーカから放射された音が左右の耳で合成された時、その音の中から同一の楽器成分を抽出して楽器ごとに位置の認識をすることとなります。大変な作業だと思うのですが、聴覚は合成された音から楽器成分とその位置情報を抽出するのですね。特に位相情報は重要みたいで、以前、ある位置に定位する合成音を作るとき、左右の音の大きさは同じでも、位相情報を変化させるだけで、聞こえる方向を色々変えることが出来ました。



さて、以上のことを参考に、リスニングルームでの聴取に考えを向けてみましょう。スピーカから再生された音のみが直接耳に届くのならば先程の話のように、再生装置の性能を上げるだけで事足りるはずです。しかし、リスニングルームでは壁やいろいろのもので音が反射してそれが耳に到達するため、位置の認識が曖昧になると考えられます。直接音が主となって位置認識するわけですが、反射音により惑わされてしまいます。聴覚上、50 ミリ秒以上遅れた音はエコーとなって別の音と認識しますが、遅れ時間がそれより短いと残響となって一つの音と認識します。すると、遅れてくる音は位相が遅れますし、やってくる方向もまちまちですので、位相情報がわずかではあるにしろランダムに変化し、シャープな音像認識が難しくなってきます。最初に述べたトンネルの中のように反射音が多くエコーでなく残響となる場合は音源がどこか分かり難くなりますね。それと同様です。こういったことから、リスニングルームも音像認識を邪魔する反射音の経路を排除することが必要になるといえます。そこで、アス

テカやワタユキ、これらを組み合わせたタワーが役立つわけです。アステカは音の反射方向を散らす効果、ワタユキは吸音する効果があります。タワーはこれらを組み合わせて効果的に吸音と拡散を起こすアイテムです。アステカやワタユキを試行錯誤で置く面倒さをなくす意味では便利ですね。音像定位の問題だけでなく、壁などは意外と音の反射において壁の素材の音を強調したりします。ある方のルームチューニングに同行したとき、何故か再生音に「カサカサ」した音がのっていたので、壁の表面を指でこすってみると同じ音がしていました。もともと吸音が効いてデッドな感じの部屋でしたが、スピーカの後ろに建てたタワーにワタユキを追加すると「カサカサ」感が見事に消えました。ちょっと感心しました。ここまで微妙だとなかなか最終結論に到達しなくなりそうですが…。ま、タワーをうまく利用して、現状のオーディオシステムを、より雑音感の少ないシステムにレベルアップさせる方向でチャレンジするのも面白いのではないのでしょうか？

(KRYNA アステカタワー2 <https://kryna.jp/products/roomtuning/azteca-tower-2/>)



Tea Break

私の音に対する信念は、「味の違いが判らなければ、音の違いも判らない」で、研究室の学生とよく食べ比べ、飲み比べをしていました。種類の異なるビールをもってきて、どう味が違うか？同じ蔵のその年と一年前のボージョレ・ヌーボーを飲み比べてどう違うか？スペインのカバの飲み比べも、いろいろやっていました。その時にはワインやビール、お酒に合う（自分でそう思う）つまみを作って一緒に飲んで食べていました。いま、町田に単身で赴任（出稼ぎ）してきて、夕食はほぼキャンプ並みの簡単な料理で、かつ、お酒に合うものを作っています。いかに安く、できるだけ天然の素材を使い、かつ、手間のかからないものを目指しています。単純に、スーパーに行って食材を見ながら献立を決めています。このところ野菜の値段が高騰しているので、比較的安い（と思う）かぼちゃの煮物をよく作っています。少し甘鹹く煮て、白ワインの相手。トマトソースを作っておいて、その中に鶏のもも肉をソテーして煮込んだり、豚の肉をソテーして煮込んだりして赤ワインの相手。魚は塩焼きやムニエルで…。できるだけごみを出さず、簡単な調理で作れるものばかりです。今の時期だと、ジャガイモ（キタアカリが好きです）を厚めにスライスして、白ネギまたは玉ねぎと一緒にオリーブオイルで炒め、グラタン皿に薄く敷いてシュレッドチーズをかけてオーブンで焼く。これもワインに合う。イギリスに行ったとき、ジャガイモ料理を色々食べて、ジャガイモのおいしさに気づきましたね。ま、メインはお酒です。料理手法のいい加減さは少々大目に見るといったところ。ワインを飲みながら、音楽を聴き、録画したアニメを見ながらのんびりと夕食。一通り、つまみを平らげると、メは、ごはん。塩をふってノリで巻くか沢庵を相手に食べる。冬はたまに鍋もする。最後はおじやですね。最近の玄

米を炊いています。よく噛んで（白米の倍以上噛む）食べると味があっておいしいですよ。ま、気楽な男の隠れ家ですね。

それで、今期のアニメを見ていて、私のような昭和中期生まれが笑えるアニメがありましたのでご紹介します。「悪役令嬢転生おじさん」です。52歳の公務員が交通事故で死んで乙女ゲームの悪役令嬢に転生した話で、公務員生活で身につけたいろいろの知識や人生観を転生後の悪役令嬢の役回りの中で使っていくわけです。もともとのゲームのストーリー（嫌われ者の悪役）から大きく変わってゲームの展開からずれながら話が進んでいくのですが、その中で使われるおじさん臭さやギャグがとても面白い、というか、60代を超えた私たちには非常に受けるのではないかと思います。毎回大笑いしています。ちなみにエンディングは「マツケンサンバII」です。気が向いたら見てください。

今月の音楽

Live at Massey Hall

Neil Young



曲目、演奏、録音全て良し！な弾き語りライブアルバムです。

アコースティックギター（マーティン D45？）の響きがたまりません。

50年以上前のその日その時を切り取っておいて2025年に追体験する…

なんという贅沢！

オーディオはタイムマシンです。

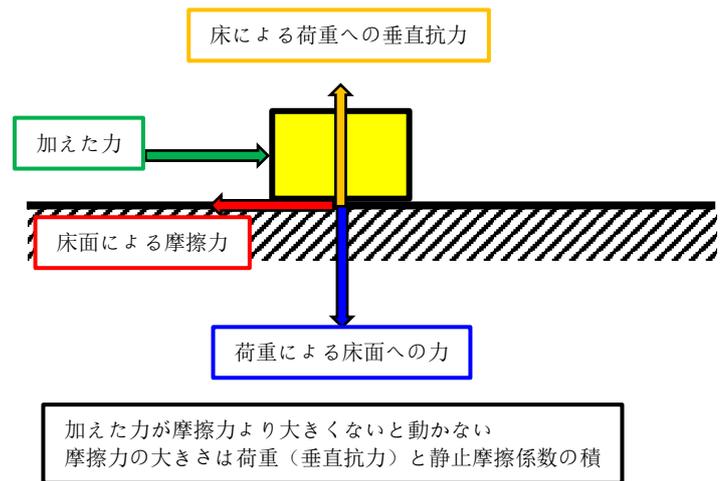


オーディオと物理

第11回 摩擦力の影響…動いて初めて力になる

摩擦は接する物体を動きにくくする働きで、クーロン摩擦、粘性摩擦などのエネルギー消費

冬シーズンがやってきてスキーやスケートなど氷の上でのスポーツが盛んですが、氷や雪の上で可能な運動の特徴がありますね。そうです、「滑りやすい」ですね。普通のアスファルトの上を歩いても滑って転ぶことはまずありませんが、水たまりなどが凍っていたら、その上では滑って転んだりしますね。自動車の運転など要注意です。特に、透明に凍っているブラックアイスなどは、見た目水たまりに見えますが、しっかり凍っていて滑りやすくなっています。スケートやスキーなどはこのすべりやすさを利用して歩きますね。それで、そんな氷道を転げずに歩くには、そうです、横方向の力がかからないようにして歩くことですね。では何故、横方向の力を小さくして歩くと転げ（滑り）難しいのでしょうか？これが摩擦と関係しているからです。摩擦とは、「物と物が擦れ合うこと」

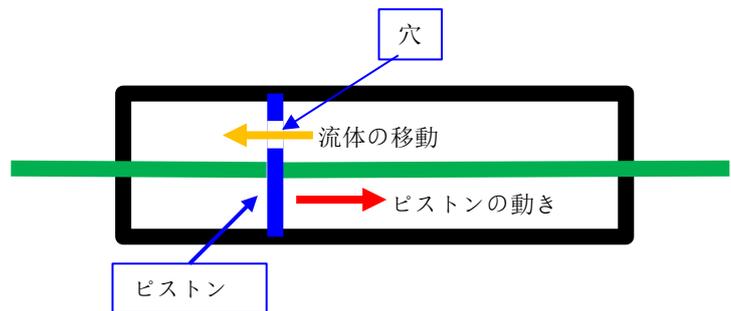


と」、運動的には「触れ合っている物体の間で運動を妨げようとする現象」と言えます。つまり、加えられた力のうち一部を摩擦（運動以外のこと）に費やすため、加えられたすべての力を運動に使うことができない状況になるわけです。この摩擦、専門的には減衰とも呼ばれ、力を運動に変えるとき運動（効果）が加えた力の分より小さくなることをいいます。この摩擦、細かく見ると、①固体と流体の間で生じる**流体摩擦**（粘性減衰）、②固体と固体のこすれ合いで生じる**固体摩擦**（クーロン減衰）、③材料の中で分子がずれてこすれ合うことによる**内部摩擦**（材料減衰）、④構造体の結合部（柱と鴨居、壁などの結合部分）でこすれ合うことによる**構造摩擦**に大別されます。

高校の物理では**固体摩擦**が出てきますね。**流体摩擦**は大学の物理、**内部摩擦**は材料工学、**構造摩擦**は構造力学や材料力学などでお目にかかれます。といっても、現象自体は日ごろの生活の中に転がっています。例えば**流体摩擦**は、水の中を歩くと、ゆっくり歩くとあまり水の抵抗を感じませんが、速く歩こうとすると大きな力が要りますね。そうです、単純に考えると、**流体摩擦**は速度に

比例した摩擦になっています。また、雨粒も地球の引力でどんどん加速されるはずなのですが、ある程度落下速度が大きくなる地表近くでは、空気との摩擦力と引力が釣り合って加速度が0になり、一定の速度になっています。**固体摩擦**は床の上の荷物を引きずる時経験しますね。あっ、荷物を引っ張り始める時には加速度を生じさせるための力は要りますよ。それと、静止摩擦。動き出すと動摩擦に変わります。摩擦が無いと、最初に動かす力を加えると、後は放っておいても動き続けます。**内部摩擦**は、針金を何度も繰り返して曲げているとその部分が熱くなりますね。内部の摩擦で熱が生じるわけです。**構造摩擦**は、レバーを回すときなど一瞬硬かったり力が必要になったりしますね。

物理などの理論解析では、流体摩擦や固体摩擦が一般的です。高校の物理では、力のつり合いを考える時固体摩擦を考慮します。個体摩擦が扱いにくいのは、摩擦による抗力（摩擦により生じる力）が接触面の性状と接触面にかかる力（垂直抗力）によって変わってくることです。一方これらが一定なら、運動時には抗力の大きさが変わらないという利点があります。ただし、滑らせながらバネなどで往復運動させる場合の解析は少し面倒です。例えば、ヴァイオリンを弾くとき、弓（馬の尻尾の毛）で弦をこすりますが、この時弦は、馬の尻尾の毛に引っ掛かって（静止摩擦力による）まっすぐな状態から横に引っ張られます。その後、引っ張られた弦は真直ぐに戻ろうとしますが静止摩擦力が大きい間は引っ掛けられたまま横にずれます。次第に戻ろうとする力が大きくなり、静止摩擦力より大きくなると元に戻ります。元に戻るとまた静止摩擦力で引っ掛けられて、横にずれる運動を繰り返します。この解析は可なり面倒です。解析の面から見ると、流体摩擦は運動の速度に比例する抵抗力を生じますので、運動方程式の中にそのまま入れて解くには扱いやすい現象です。つまり、運動方程式が線型方程式となって解き易くなるわけです。流体摩擦の例としては、飛行機や船のイメージがわくと思いますが、身近なところで多くつかわれています。例えば、ドアクローザー、自動車のサスペンションなどで使われるダンパーで、多くは、バネと一緒に使われ、動き（振動）を制御するのに用いられています。構造的には図に示すようにシリンダーとピストンですが、ピストンに穴が開いていてその穴の大きさやシリンダー内に封入される流体（液体や気体）の粘性によって動きに対する抵抗力を作っています。次回、摩擦を考慮した具体例を見ていきましょう。



☆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/

