

## ハウリングのメカニズム



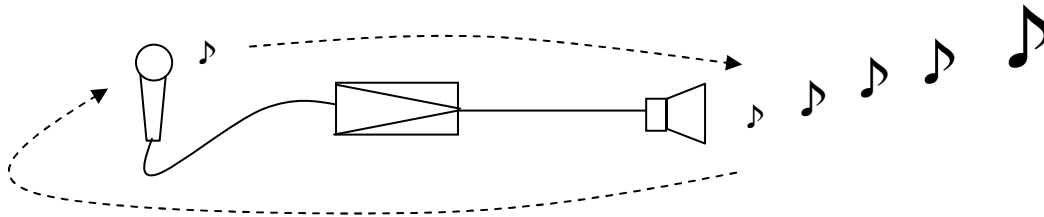
ハウリングとは「キーン」とか「ブーン」とか不快な大きな音が発生することであることは、皆さんも良くご存知のことでしょう。ではなぜハウリングが起きるのか、について考えてみたいと思います。

### ハウリングが発生する条件とは

- ◆ マイクロホンがないシステムではハウリングが発生しない。
- ◆ マイクロホンがあっても拡声用スピーカーがない録音システムなどではハウリングが発生しない。
- ◆ スピーカーを使ってマイクロホンを拡声するシステムでマイクロホンとスピーカーの間でハウリングが発生する。

### ハウリングがなぜ発生するのか

音響システムは、マイクロホンからの小さな信号をアンプによって増幅し、スピーカーから大きな音として再生します。その時、スピーカーから拡大された音の一部がマイクロホンに戻り、また同じルートで大きく増幅される、という状態を繰り返すことです。(ループになる)



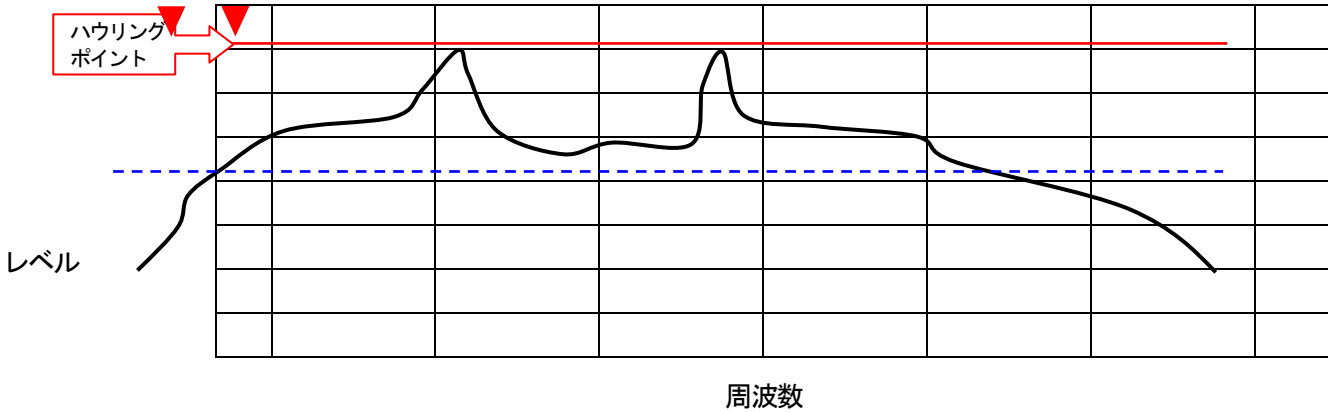
マイクロホンとスピーカーシステムが同じ空間にある音響設備はシステムのゲインを上げることができる限界のレベルがあります。ハウリングが発生してしまえばその音響システムはそれ以上音量を上げることができません。そのレベルがシステムの限界になるばかりでなく、そのままでは音響システム自身の破壊に繋がる大変危険な状態でもあります。

### ハウリングの周波数

ハウリングが発生する周波数はすべての帯域ではありません。「ブーン」という音は低い周波数で「キーン」という音は高い周波数で発生していることはご理解いただけるとと思います。全周波数帯域でピークになっている音域からハウリングは始まります。この音域が少し減衰されるといままでもハウリングを起こさなかった周波数がハウリング開始点に近づいてきます。ハウリングの周波数は一つだけでなく複数で現れることもあります。

音響システムの全周波数の中で飛び出している周波数(ピーク)からハウリングが発生し、その周波数を抑えると次の周波数のピークがハウリングを起こす、これをまた押さえると次の・・・という作業を繰り返し、すべての周波数が同じレベル(フラット)になり、尚且つハウリングが発生するぎりぎり手前の状態がその音響システムがその空間で発揮できる最大の性能ということになります。マイクやアンプ、スピーカーのすべてにおいてピークやディップの少ない音響設備を使えば理想的であり、最大の音響ゲインを引き出すことが可能になります。しかし、現段階では完全に周波数特性がフラットなスピーカーシステムは存在していません。

## ハウリング発生のイメージ



青の破線がハウリングを発生させない安全なレベルとすると ▼ マークの他よりレベルの高い周波数からハウリングが発生します。これを押さえると次のピークがハウリングレベルに近づく事になります。

### 《対策》

それではハウリングを少しでも押さえ、音響システムの性能をアップするにはどうすれば良いのでしょうか。

### 音響機器の選択

スピーカーから出た音声は壁や天井に反射しマイクロホンに戻ることが考えられます。これを軽減するためには指向角度が一定になるように制御されたスピーカーシステムを選ぶことで音響設備のゲインを大きくすることができます。また先ほどの周波数の説明の通り、できるだけフラットな特性を持ったスピーカーを設置することが有効な手段であるといえます。スピーカーだけでなく、仮にマイクロホンで 4000Hz において 3dB のピークを持っているとすれば間のエレクトロニクスの状態がフラットであってもスピーカーからは 4000Hz で 3dB 以上のピークが発生することになります。また、同じ設定でもその空間によって反射しやすい周波数や残響やマイクロホンに戻りやすい周波数の条件は変化します。ハウリングを軽減するためにはその空間の音響特性を把握することも重要です。

### イコライジング

イコライジングアンプは特定の周波数を選択し、レベルを上げたり下げたりすることができる装置です。(最近ではデジタル方式の DSP のことになります) このイコライザーは音響設備のハウリングを防ぐために 1930 年代に考え出され、現在のような実用的な形になったのは 1959 年のことと言われています。先ほどのようにフラットな音響特性を持つスピーカーを設置することができたとしても、その空間が持つ周波数特性がピーク、ディップを発生させることとなります。これを改善するのは電気的な処置ではなく、建築物そのものを改善するしか方法はありません。例えば壁や床の材質を変更するか、カーテンを吊り下げるとかの対処方法となり、規模的にも金額的にも大きな負担となり、当然私たちの手に負える仕事ではなくなってしまいます。

このような建築的要素で発生する音響的ピーク、ディップはイコライザーを使って電気的に補完するしか方法がありません。マイクやアンプ、スピーカーの特性は基本的には固定されており、建築環境の持つ特性に合わせるためにイコライザーを使います。フィルタの数が多ければ多いだけ空間特性を自由に変わることが出来ます。一般的なイコライザーは 1 オクターブごとに調整することができ、63Hz～8KHz の帯域をもっています。このようなイコライザーはグラフィックイコライザーと呼ばれ、自分の気に入った音を作り心地よく聞く分には充分なのですが、ハウリングの対策機器としては充分であるとは言えません。

ハウリングというのは非常に狭く鋭くなった単独の周波数で発生します。ですから、ハウリングが発生している周波数に近い、音としては必要な周波数分まで減衰させてしまうこととなります。

ハウリングを押さえ、レベルを上げることができても全体的なパフォーマンスを下げたしまい、音量は上がったけれど聞きにくい音声や、音楽になってしまったということになりかねないのです。

## パラメトリクスイコライザー・ノッチフィルタ

ハウリングを取るためには 1/3 オクターブ、1/6 オクターブ、1/10 オクターブ、1/20 オクターブといったそれぞれのフィルタが非常に狭い周波数帯域を受け持つイコライザーが有効です。(narrow band equalizer)

フィルタの幅を縮めれば、縮められるほど基本的な音質を変えることなくハウリングを取ることができます。

当社の製品ではパーラー用としてハウリング防止を視野に入れた製品があります。マイク回路にパラメトリクスイコライザーを採用した ASX-3842 は他の用途でもハウリング防止に有効です。

※1kHz を中心とした場合、32Hz・63Hz・125Hz・250Hz・500Hz・1kHz・2kHz・4kHz・8kHz・16kHz のポイントが1オクターブ離れた周波数となります。

### パラメトリクスイコライザーを搭載した ASX-3842



### 1 オクターブ間隔 × 2ch イコライザー AGQ-1102



## ハウリングをイコライジングで止められるという表現は正しくありません。

ハウリングは、

- ◆ マイクとスピーカーの距離が近い
- ◆ 大音量を出す(スピーカーと聞き手の距離が長い)
- ◆ 空間の音響特性に影響される

というような状況で発生しやすくなります。

ここではイコライザーを使って音響システムの周波数特性を調整する内容を説明しましたが、まとめるとイコライザーを使ってピークのレベルをカットし、よりフラットに近づけることで全体のレベルを上げることができるということなのです。しかし、空間の音響的限界は必ず存在し、いくらイコライザーを使ってフラットにしてもそれ以上音量を上げることができない状況に必ず達します。

その時点ではハウリングが発生することになりますから、イコライザーや他の機器を使って、どんな大音量で使っても絶対ハウリングしないというシステムを作り出すことは不可能なことは覚えておいてください。良く似た内容で残響を止められないかという話がありますが、残響効果を出すエコーマシンは存在しても残響を消してくれる逆エコーマシンは存在しないことも合わせて理解してください。残響については建築音響の話となりますので、別の機会に説明したいと思えます。