

さいたま舞台技術フォーラム 2015

舞台をとりまく電波状況

～携帯電話や電気製品のワイヤレス機器への影響～

2015年3月3日(火) 彩の国さいたま芸術劇場小ホール

(パネラー)

宗形 隆史 氏 (埼玉県産業技術総合センター

技術支援室 電気・電子技術担当主任)

滝川 政志 氏 (株式会社マクロスジャパン 営業部長)

石川 正太郎 氏 (日本テックトラスト株式会社 技術顧問)

(進行)

市川 悟 氏 (彩の国さいたま芸術劇場 劇場部技術計画課長)

第一部『生活空間の電波の実態』

埼玉県産業技術総合センターについて

電波とは

周波数とは電波の通り道の番号

総務省による周波数の割当

携帯電話の効率的な電波使用の例

電波の特徴

電気製品の電波妨害

電子レンジから発生する電波を見る

各国の製品規制適合マーク

加害者にならない、被害者にならない

電波妨害の対策例

第2部『検証！携帯電話のワイヤレス機器への影響』

携帯電話の報知情報と位置情報

携帯抑止装置の効果と携帯電話の通信方式

携帯電話の影響によるノイズとは

ワイヤレスマイクのA帯とB帯のリスク

携帯電話を掛けていなくても電波障害が起こり得る

通話チャンネルを減じデータ通信用が増加に

通信チャンネルでの通話技術

携帯抑止装置の仕組み

抑止装置の電波の影響は？

抑止装置の適用範囲

携帯電話の電池の消耗度合い

第三部『舞台をとりまく電波状況の現状と将来』

ワイヤレスマイクの電波帯域～VHFからUHFへ

400メガ帯で30チャンネルの挑戦

日本の電波行政

1本のワイヤレスマイクで全国を回ることは難しい時代に

移行手続き時の注意

もっと発言しよう

携帯抑止装置と携帯電話と無線従事者の関係

LED照明から発生するノイズ

電磁妨害の規制基準

携帯抑止装置の導入は

ワイヤレスマイクの購入時の注意とB帯の今後

第一部『生活空間の電波の実態』

埼玉県産業技術総合センターについて

宗形：埼玉県産業技術総合センターから来ました宗形です。私の方から「生活空間の電波の実態」についてお話させていただきます。

はじめに

2



はじめに

3

電波暗室と専用の計測器



まずテーマに入る前に、私の普段の仕事内容について、自己紹介を兼ねましてお話しします。埼玉県産業技術総合センターは川口市にあるスキップシティの敷地内にあります。隣にある広い空き地は、映画やドラマのロケで使われていたりしているのでご存知の方もいるかもしれません。私のいる産業技術総合センターは中小企業向けのものづくり支援をやっている埼玉県の機関になります。例えば、最近流行の3Dプリンターを導入して試作品を作ったり、3.11の東日本大震災のあとに導入しまして、工業製品の放射線量の測定とかをやっていきます。こういった設備というのは非常に高額で、扱いも専門の技術者が必要となるということから、中小企業で導入するのが大変難しい。そこで私どもで導入し、使用料をいただいて、設備の貸し出しや技術的なサポートをしています。

特に私の担当は、依頼を受けた電気製品から放射される電波、電磁波の計測をメインで行っております。電波暗室という、ちょっとした体育館くらいの部屋の中で、専門の特別な計測機器が必要になる試験をしております。大体年間200日のうち9割くらいが利用で埋まっている状態で、ほとんどの時間を私もこの部屋で過ごしております。公務員という立場ですが、ちょっと特殊な仕事をしております。

電波とは

今回は、舞台上で使用する機器がメインになると思いますが、私からは電気製品全般に共通したことを、3つのテーマに分けてお話しします。

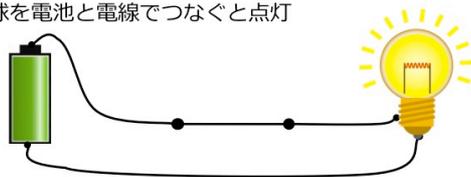
まずひとつ目、「電波とは」。そもそも電波とは何ぞやというと、これの論理的に難しい話は市販の教科書に譲るとして、ここではイメージしやすいようにわかりやすい説明をしていきたいと思います。わかりやすく説明するために、あえて正確でない表現とかが含まれていますが、出来るだけ、注釈を入れて説明したいと思います。

電波とは

5

オームの法則

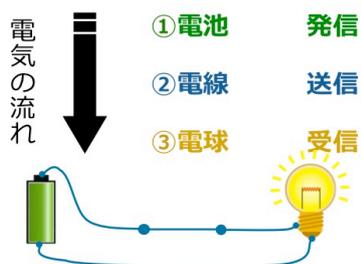
電球を電池と電線でつなぐと点灯



まず、電波の話の前に、昔、学校の授業でやった記憶があると思いますが、電球に電池を電線でつなぐと電球が点灯するオームの法則です。この現象を大きく分けると、3つの役割による現象を考えることができます。すなわち電池と電線と電球ですね。電池に蓄えられたエネルギーが、電線を伝って、電球に到達して明かりを灯す。それぞれが電気の発信、送信、受信という役割を担っていると考えることができます。

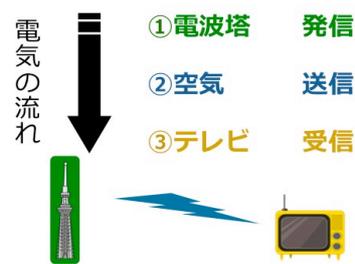
電波とは

6



電波とは

7



こういった現象は実は、あらゆるところで起こっています。例えば、発電所から送電線を通して我々の家庭のコンセントに電気が到達していたり。私が使っているノートパソコンも、パソコンに供給するための電源があつて、それを供給する電線があつて、パソコンが動作するという役割分担を考えることができます。

ここで電波を使った場合の役割分担でも、同じことが起こっていると考えら

れます。電波を使用するものとして身近なものというと、携帯電話だとか、地デジの放送だとか、Wi-Fi だとか、パッと浮かぶと思います。地デジ放送の例でみると、スカイツリーとかの電波塔に蓄えられた電力、電気が空気を伝ってテレビに到達し、地デジの放送が映るという流れが起こっています。ここに電気が空気を伝っている部分、先ほどの電線に当たる部分になりますが、これを特別に電波と呼んでいるとお考えいただければよろしいかと思います。

さっきから空気を伝っていると言っていますが、実は真空状態も含めまして、空間さえあれば電波というのは伝わります。ですが今日は、空気という媒体がある方がイメージしやすいかなということで、差し支えないと思います。携帯電話やワイヤレスマイクなどの通信も、この絵に置き換えれば同じことが起こっていると言えます。

電波の発生は 2 枚の金属板から

電波とは

8

電波の発生原理



次に、電波が発生する原理を簡単に説明します。先ほどの例の電波塔の中で、どういったことが起こっているかということ、まず、2枚の金属の板を並行に並べたコンデンサを用意します。ここに電源をつないで、電圧を掛ける。乾電池のような直流の電源をつないだと考えてください。このとき、金属板の片方がプラス、もう片方がマイナスという電気を帯びます。そうしますと金属板の間に電界が発生します。電界というのは、電気にとっての重力みたいなもの、重力がプラスからマイナスの方に働いているとお考えください。この中に電気を帯びた粒をポンと置きますと、電界に引っ張られてその粒が動く。そんなものが発生する。

次に電源を交流にします。交流は、プラスとマイナスが交互に入れ替わる電源です。その周期的に入れ替わるペースを、周波数と呼びます。交流の電源に切り替えますと、金属板に帯びるプラスとマイナスの電気も交互に上から下、下から上へと周期的に変わります。それに応じて、間に発生している電界の向きも周期的に変わる。そういう状態のところを電気を帯びた粒をポンと置くと、上下にふらふら動く。そんな状態を、イメージしていただければと思います。

この時にコンデンサの端の方に着目しますと、そこでは電界がちょっと外に漏れているんですね。円の弧を描くように。その漏れ出ている電界をさらに漏れやすくするために、コンデンサをだんだん開いていきます。それと同時にさらに交流の周波数を上げていくと、電界がさらに漏れやすくなる。そういったことをして、電界を漏れやすくする。

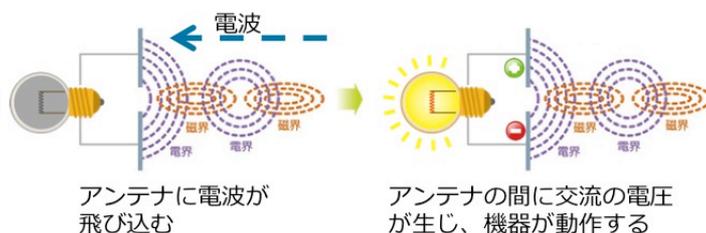
この時間変化をしている漏れた電界というのは、新たに磁界を生みます。磁界というのは磁石にとっての重力のようなものですから、磁界の中に磁気を帯びた粒、砂鉄とかでもいいと思いますが、それらを置くと磁界に引っ張られて動く。このように生み出された磁界というのは、電界と同様に時間変化します。その時間の磁界の変化が新たに電界を生んで、その電界がまた新たに磁界を生んで、という現象が次々に起こるんですね。こういった一連の連鎖的な広がりを電波、あるいは電磁波と呼んでいます。

また、このコンデンサを開いて電波を飛びやすくした金属の板や棒をアンテナと呼んでおります。携帯に内蔵されているものとか屋根の上についている地デジのアンテナとか、パラボラ状のものとか、いろいろなアンテナがあり、見た目は違いますが、すべてこの原理に基づいております。

電波とは

9

電波の受信も同じ原理



電波の発生だけではなくて、電波を受ける場合にも同じことが起こっている

んですね。つまり、どこかで何らかの形で発生した電波が飛んできて、そこにアンテナを置いておいた場合、そのアンテナに交流の電圧が発生します。このアンテナに電球をつなぐと、電圧によって点灯するということが起きます。地デジ放送のテレビの例でも、この電圧を利用してテレビの中で機器が動作する。これが電波通信の基本的な原理です。

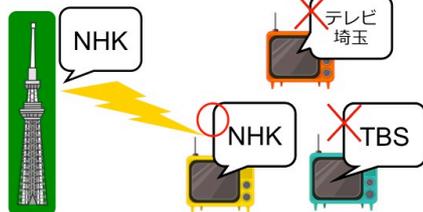
周波数とは電波の通り道の番号

先ほど、電波の通り道は空気だよと説明しましたが、空気は電線のように区別が出来ないです。大きなひとつの固まりのようなものですね。電線であれば複数用意すれば、その複数の用途で使い分けすることが出来ます。じゃ、電波はひとつしか通り道がないから、ひとつの用途にしか使えないの？というのと、そんなことはないですよ。電波塔から、スカイツリーから NHK の電波しか送れないかっていうとそんなことはないですよ。

電波とは

10

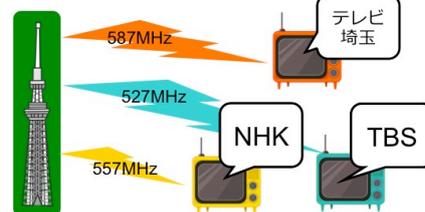
ひとつの空気では使い分けできない？



電波とは

11

周波数で電波の通り道を分ける



電波の通り道である空気というのはひとつしかないのですが、発信元の電波塔の方で、周波数毎に電気の通り道を分けることが出来ます。周波数というのは、電波の通り道を区分けした番号だと考えればイメージしやすいかと思います。何ヘルツ(Hz)、何メガヘルツ(MHz)、何ギガヘルツ(GHz)とかいう言葉を聞いたことがあると思いますが、これが周波数の単位です。地デジの放送の例でいいますと、テレビ埼玉は 587MHz、TBS は 527MHz、NHK は 557MHz と割り振られた番号が決められています。それぞれの通り道を使うようにというルールに従って、電波塔の中に交流の電源を複数用意していれば、複数の周波数の電波が同時に発信され、各テレビ毎の希望の電波を受信することができるというわけです。テレビのチャンネルで 1ch を選ぶと、テレビの中では、557MHz の周波数を通ってきた電波だけを受信しなさいよという指令が出ている。そんなイメージですね。

その後、電波を使う放送局や携帯電話をはじめ、電波の利用数がどんどん増え、使える周波数がどんどん減ってきました。既に使用している放送局とか携帯電話の利用を減らすというのは、現実的には難しい。むしろ、今後も電波の利用は拡大していくでしょう。そこでこの問題対応のひとつとして、周波数の割当の再編などが行われているということです。

皆さんが対応を迫られているワイヤレスマイクの周波数移行も、携帯電話の利用分を確保するのが大きな目的のひとつです。電波の間隔を出来るだけつめて整理して、必要な分の周波数を分けるという作業をしているわけです。

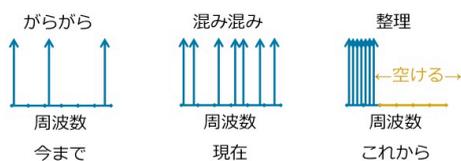
携帯電話の効率的な電波使用の例

最近、電波は有限の資源だよと言われることがありますが、それはこういった事情からくるものです。また、電波資源を効率よく使う工夫というのも、技術の進歩とともに進んでおります。

電波とは

13

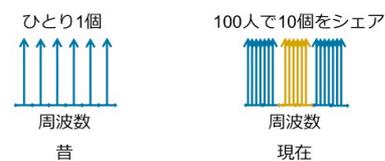
電波は有限の資源



電波とは

14

電波資源を効率よく使う工夫



簡単な例ですが、昔は一人一人が持っている携帯電話に、個別の周波数が割り当てられていたと考えてください、実際はちょっと違うんですが。この個別に割り当てられた周波数というのをを使って、だれか別の周波数が割り当てられた携帯電話を呼び出すことで、電話したい相手を間違いなく呼び出すことができます。が、この方式ですと、携帯電話の数が増えると、割り当てられる周波数はいずれ枯渇してしまう。

そこで複数の周波数をひとつのグループとまとめて考えまして、そのグループを大人数でシェアするという方式が考えられました。例えばこの図 14 の中に青色と黄色と青色の矢印がいっぱいありますが、10 個の周波数をひとつのグループとしまして、そこに割り当てられる人を 100 人とします。この場合、この 3つの矢印の束のところを 100 人、100 人、100 人と、割り当てられているとお考えください。そこで電波を使用する間のみ、そのグループの中からひとつの

周波数を確保して、電波の使用が終わったらまたグループに返すという制御をする。つまり、グループ内で11人以上が同時に携帯を使用しない限りは、問題が起きない。地震の時など、皆さん、なかなか電話が繋がらないということがあられると思いますが、これはみんなが一斉に電話して、そのグループでシェアしきれなくなることが、その要因になっています。

電波の特徴

電波には、いろんな特徴があるんですが、周波数の低い場合と高い場合で異なります。そのほんの一例を紹介しておきます。ひとつ目は、電波は距離が離れるほど強さが減衰しますが、周波数が低い方が電波の強さが弱まりにくく、遠くまで飛ぶという特徴があります。周波数が高い方は飛びにくく、電波は弱まりやすい。

ふたつ目は、周波数が低い場合は、ちょっとしたビルとか、山のような巨大な障害物も乗り越える、回り込むというイメージですね。周波数が高い場合は直進性が高まります。まっすぐ飛んでいくようになって、障害物があった場合に反射してどこか別の方向に飛んで行ったり、その障害物に吸収されて熱のエネルギーとかに変わり、なくなっちゃう。そういったことがあります。この二つは周波数が低い方が有利な点かな。

三つ目は、電波として空気中に飛ばす場合、周波数が低いほど大きなアンテナが必要になったり、高い電圧、高いエネルギーが必要になります。そのために、設備が大規模になってしまうことがあります。高い周波数の場合は、比較的簡単に飛ばすことができます。

四つ目ですが、周波数が低い方が、そこに含まれる情報量は少なくなります。これはラジオでみると、FMラジオの方がAMラジオより周波数が高いので、品質がいいというのでわかると思います。実際には周波数だけではなくて、送信側の電波の強さだとか、送り方の方式とか、ほかの技術的な要因もありますが、ここに上げたのは本質的な特徴です。

電波以外の赤外線だとか、紫外線だとか、目に見えている可視光線、光とか、エックス線とかも電波と同じ性質を持っています。電波と兄弟みたいなものと考えていいかと思います。これらは電波よりずっと高い数百テラヘルツ(THz)とかの周波数の領域になってきます。

電気製品の電波妨害

次に、ちょっと話題を変えまして、電気製品の電波妨害について、お話しします。みなさん、経験があると思うのですが、電車の中の優先席付近でペースメーカーに影響の与える可能性があるから携帯電話を切つてねとか、飛行機に搭乗中は携帯電話とか携帯ゲーム機などを機内モードにしてねとか、飛行機の離発着時に至っては、すべての電子機器の電源は切つてねと。つまり通信していない電気製品についても、対応が求められることがあります。「なぜ、こんなにめんどくさいことが必要なの」ということに触れていきます。

電気製品の電波妨害

17

電気製品の不具合の例

- 掃除機を使うとテレビ画面がちらつく
- トラックが通るとラジオの音が乱れる
- 電子レンジを使うとWiFi接続が切れる
- 落雷で機器が壊れる

電気製品の電波妨害

18

不具合の起こる原因



みなさん、ここに上げられているような経験をしたことがあるでしょうか。掃除機を使うとテレビ画面がちらつく。昔、特にアナログ放送の時代ですと、今はもうないですが、VHSテープで番組を録画していると、洗濯機を動かしているときに必ずノイズが入ることがあった。こんな記憶が、私にはあります。あと、トラックが通るとラジオの音が乱れる。これも今は大分減ったと思いますが、トラック無線の混信が起きたりとか。Wi-Fiの使用中に電子レンジを使うと、通信が切れやすくなる。これも今は大分、技術的に改善されているところもあるんですが、原理上、これも起こりうる話です。また、付近に落雷があった場合には電子機器がこわれちゃう。こういったことも起こりえます。

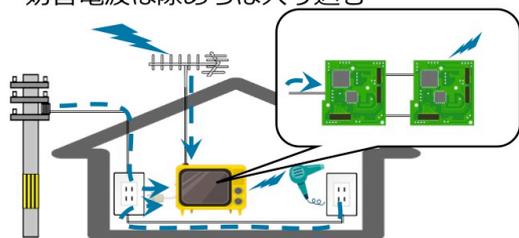
こういった不具合には共通した原因があるんですね。これも、地デジ放送の例でお話しします。通常の動作ですと、電波塔から電波が飛んできて、テレビの動作に必要な周波数の電圧が生じる。こうして、テレビが映ります。しかし、私たちの身の回りには、電気製品を始めとして様々な電波を発生する要因に囲まれています。ワイヤレスマイク、電子レンジ、ヘアドライア、それに落雷のような自然現象も含まれます。もしこれらから発生した電波が、テレビの動作に必要な周波数と同じ周波数で、それをテレビが受けたらどうなるのでしょうか。動作に必要な分を超えた電圧が、テレビの中で発生してしまいます。そうすると、想定していないような誤動作がテレビの中で起こる。

ここでの注目は、ワイヤレスマイクは電波を出す機器なので何となくわかるかもしれませんが、電子レンジとかドライヤとか、無線を使用していない機器、あるいは落雷とか静電気もそうですが、自然現象からも電波が飛ぶという点です。こういったものから受けた電波が強くて、テレビの中で発生した電圧が余りに大きければ、誤動作どころか破壊までいってしまう可能性があります。

電気製品の電波妨害

19

妨害電波は隙あらば入り込む



電気製品の電波妨害

20

電波妨害の迷惑はお互い様



であれば、そのような誤動作を起こさないように、何とかして電波が入り込まないようにすればいいんじゃないのと考えられるかもしれませんが、それは非常に難しい、不可能と言ってもいい。電波がテレビの中に入り込むというのは、どこかにアンテナになっている部分があるからですね。というのは、特別に設計しなくても金属の伸びている部分が2本あれば、それはアンテナとして働く。場合によっては、1本でもアンテナとして働いてしまう可能でもあります。

電気製品はもちろんのことですが、電気を送るための電線だとか、家庭の中にある電源の配線だとか、そういったもので金属を使ってないものは絶対に存在しません。したがって常に電波妨害にさらされてしまう可能性があるという状況は、ある程度仕方がないことなんです。テレビのアンテナから飛び込んでくる電波はもちろん、送電線から通ってくる電波、あるいは家の中で使っているドライヤなどの機器から直接テレビに飛び込んで来る電波、ドライヤのコンセントを経由して入ってくる電波、いろんな侵入経路があるんですね。

先ほどの例ですと、テレビが一方的な被害者、その他が加害者となっておりますが、見方を変えると逆も起こっています。既に説明したように、電波を受けやすいアンテナは逆に電波を出しやすい。コインの裏表と一緒に、必ずセットになった関係性があります。したがって電波妨害を受けやすいテレビは、同時にいろんな機器に電波妨害を起こしやすいと言えるわけです。場合によっては、自分で出した電波を自分で受け取って正常に動作しない、いわゆる自爆のようなことも起こっている場合があります。私どもの請け負っている試験で、

たまに見かけます。

ほかの電気製品にとっては、はた迷惑な電波ですが、そういった電波を整理すると2種類に、意図的なものと非意図的なものに分類することができます。意図的なものというのは、電気製品の使用目的から必要であるために電波を放出しているものです。非意図的というのは出したいわけじゃないのに、押さえきれず放出してしまっている電波です。電圧や電流が発生するというものについては、必ず多かれ少なかれ電波が発生すると考える必要があります。漏洩電波とか単にノイズとかいったりするもの、それが非意図的なものになります。

意図的な電波については、さらに2種類に分類されます。これは電波法上の分類にもなるんですが、ひとつは無線機器、つまり二つの離れた機器の間で通信するための機器、ワイヤレスマイクや携帯電話や Wi-Fi です。もうひとつが高周波利用設備と呼ばれるもので、通信が目的ではないんですが、動作の仕組み的に特定の電波を利用して動作する機器です。電子レンジや IH 調理器、Suica のような電子マネーもこういったものに分類されます。

意図的なものに共通する点は、放出する電波が非常に強い。これは機器の利用目的からするとしょうがない面があります。それに対して非意図的なものが放出する電波というのは弱いものも多いんですが、意図的なものに負けず劣らず非常に強いものもあるんですね。

電子レンジから発生する電波を見る

市川：先ほどから、電子レンジから電波が発生するという話がたびたび出てきていますが、劇場の舞台事務室にこの電子レンジがあるので、ここに持ってきました。実際にどのくらいの電波を出しているのかをアナライザーで見ていただこうかと思います。今、アナライザーの画面の真ん中の周波数は 2.4GHz です。じゃ、電子レンジのスイッチを入れます。

滝川：電子レンジはこの真ん中の 2.4GHz だけの周波数を使っているものなんですが、実はどうしても余計なところまで電波は出てきます。この全体は、実は無線 LAN を使っている 100MHz の帯域幅なんですね。ところが電子レンジを入れますと、実はこの真ん中の 2.4GHz だけを使っているよという規定になっているんですが、どうしても強い電波を出しますと、スプリアスというんですが、その周りにも電波が出てしまう。ということで、電子レンジの近くで無線 LAN を使っていると、ほとんど遅くて使えません。そういった状態にな

ります。

市川：そうしますと 2.4GHz を中心周波数として、これだけの範囲にスプリアスとして出てくるんですね。このホールの中には無線 LAN が飛んでますが、・・・では、宗形さんにお話を続けていただきます。

各国の製品規制適合マーク

安全への取り組み

24

電波の規制マーク

					
名称	技適	PSE	VCCI	CE	FCC
対象	無線機器	家電等	PC等	機器全般	機器全般
地域	日本	日本	日本	EU圏	米国
強制力	義務	義務	任意	義務	義務/任意

宗形：ここまでの話から、世の中の電気製品は何らかの電波を放出して他の機器に迷惑をかける加害者になったり、逆に被害者になったりすることがわかりました。こういった状態を野放しにしておくと、まともに電気製品が動作しないだけでなく、誤動作によって人命が危険に晒されてしまうという可能性さえあります。そこで日本をはじめとして各国で、決められたルールの中でのみ、電波を放出したり電波を受けても誤動作しないようにしましょうという取り組みがなされております。

今、皆さん、スマホか携帯をお持ちかと思いますが、あるいは音楽プレイヤーとかゲーム機でもいいです、ちょっと出して見ていただくと、ここに出ているような表示が裏側とかどこかにあると思います。携帯電話は、電池パックを外した場所とかにあったりします。例えばこれ、ノートパソコンの電源アダプターですが、CE と書いてあります。ここには PSE という菱形の四角いマーク、ほかの機器にもこの画面に出ているようなマークが複数、あると思います。こういったマークは、電波の規制をクリアしているものについて表示することができる一例です。

左から簡単に説明しますと、技術基準適合証明等のマーク、技適マークと言ったりします。これは無線通信するための機器が対象になっておりまして、電波法にもとづいてこの認証を取らないと、国内で流通させることはできません。

携帯電話とかスマホでは、設定メニューに表示させるものがあったりしますが。

隣が PSE マークと言いまして、上下の2種類があります。その対象は家電等と書いてあり、一言でいうと家庭用コンセントに接続して使う機器が対象になります。だからノートパソコンは、PSE マークはつかないんですね、ノートパソコンに付属している電源アダプターが電源コンセントにつながるので、PSE の対象になります。ハンディ・タイプの充電して使う機器は、PSE の対象機器ではないです。これは、電気用品安全法という経産省が管轄する法令に基づいて認証を取らないと、国内で流通させることができないことになります。

隣が VCCI マークで、これはパソコン関連のマークです。ほかに携帯ゲーム機にもこのマークがついていると思います。これは法令ではなくて、メーカー団体が自主的に立ち上げた規制で、対象機器は PSE から除外されております。ですから、PSE と VCCI が両方ついていることはないと思います。このマークは自主規制なので、このマークがないものでも国内で流通することは可能ですが、取るのが当たり前という事実上の標準となりつつあります。

次が CE マークと言いまして、ヨーロッパの流通に必要な規制です。その隣が FCC マークで、これはアメリカでの電気製品の流通に必要な規制です。輸出向けに作られている機器というのは、各国毎の認証を取らなければならないので、とても大変で、設計者も苦労しているようです。

加害者にならない、被害者にならない

これらに関する規制というのは、二つの面で課題をクリアすることで認定されることとなります。ひとつは自分が加害者にならないように作られているか、もうひとつは被害者にならないように作られているかということです。これらを合わせて、よく、エレクトロ・マグネティック・コンパティビリティとか、電磁両立性と言いますが、通常 EMC という言葉を使います。

安全への取り組み

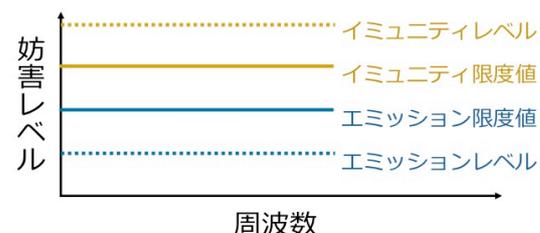
電波妨害が起きないようにするには

- 加害者にならない
 - ・電波が放出されにくくする
 - ・電波が放出されても低いレベルに留める
- 被害者にならない
 - ・電波が入り込みにくくする
 - ・多少の電波が入り込んでも耐える

安全への取り組み

26

エミッション(加害)とイミュニティ(被害)



加害者にならないための例としまして、電波を放出されにくくする。つまりアンテナになってしまうような部分がないように設計する。あるいは使用するための電力を、エネルギーを小さくして、放出されてしまったとしても弱い電波となるように作るということですね。また同じように被害者にならないようにする例として、電波が入り込むようなアンテナがないように設計する。先ほどの逆の発想ですね。あるいは電波が入り込んで、内部の電圧や電流に乱れが生じるような電波が飛び込んできた場合には、重要な部品にそれが入り込まないようにする、別の部品にバイパスしてしまうとかして、電波が入り込んでも耐えるという設計をするということですね。

この電波妨害に関する言葉で、エミッションとイミュニティというのがあるのですが、エミッションというのはいほどの程度自分が加害者になりやすいか、イミュニティというのはいほどの程度、自分が被害者になりやすいか、というのを指す言葉です。各国の規制というのはい、この図のようなイメージで設定されています。つまり、加害者として自分が放出していいよという電波の強さの限度値、エミッション限度値を規制で設定しています。これに対して、実際に作った電気製品がどの程度のエミッションレベルなのかを計測します。それで、エミッションレベルが下回っていることが必要になる。同様に被害者としてこのレベルの電波までは耐えなさいよという限度値が設定されていて、実際に耐えられる電波の強さを評価して、それを上回っていることを確認する。すべての機器がこのエミッションの限度値とイミュニティの限度値に、ある程度マージンを持った関係性を保っていれば、理屈の上では絶対に電波妨害は起きない。基本的にはこのような考え方で規制が作られています。実は、なかなかそんな単純な話でもないですが。

先ほど上げた3つの国内の電波妨害に関する規格、規制は、実はエミッションの限度値のみ指定して、イミュニティの限度値というのはい指定してないんですね。つまり、他人に迷惑をかけちゃ駄目という規制のみ作っておけば、自分が妨害を受けて機器がまともに動作しないというのは、わざわざ規制しなくても、メーカーの自主努力に任せることによって問題があつたら市場で淘汰されるでしょう。規制をつけると必要以上にコストが掛かってしまったりすることもありますので、国内の場合はそういった事情があります。

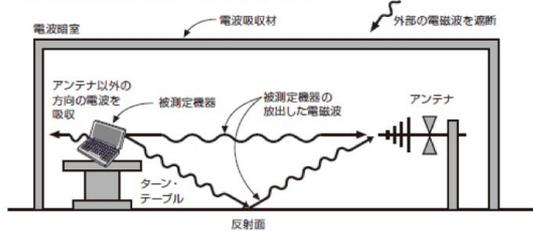
ヨーロッパでは、イミュニティの限度値もきちっと設定されています。ただし、国内でも医療機器とか自動車とか、航空機とか、車両関係など、異常があつた場合に人命に直結してしまうような機器には、イミュニティの限度値が設

定されています。

安全への取り組み

27

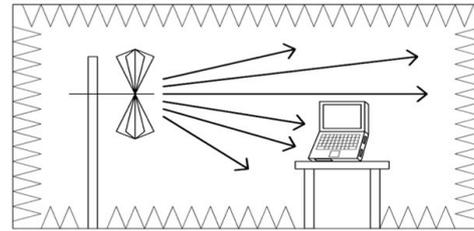
エミッションの評価方法



安全への取り組み

28

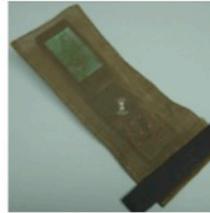
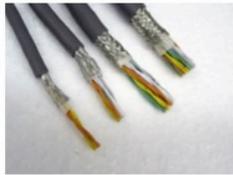
イミュニティの評価方法



エミッションに対する実力の評価に必要な試験の一例ですが、放射エミッション試験と呼んでいるものがあります。メーカーさんが、もっとも時間とお金と労力をかけて対策をしなければならない試験ですね。この試験は電波暗室と呼ばれる、奥行き15~20mくらい、幅10mくらい、高さも10mくらいある特殊な部屋で、言ってみれば巨大な鉄の箱で覆っており、外から入ってくる電波を遮断する。さらに中も、特殊な材料がまぶしてある凸凹した電波吸収体というもので囲まれていて、それに電波が到達しますと電波は反射しないで吸収してしまう構造になっています。音が反響しないように作られている無響室と考え方は一緒で、この電波暗室にいと、非常に広い原っぱのような、空間が広がっているような感じがします。この部屋の中で、テーブルの上に載せた電気製品を動作させて、10mとか離れた位置にあるアンテナで電波の強さを測り、それを評価します。こんな部屋が必要になることもあって、敷地の問題とかお金の問題もあって、大手メーカーは自分で持っていますが、中小企業は自分では持つことができないので、各都道府県に1カ所ずつくらい、こういった電波暗室を所有している施設があったりします。

次がイミュニティに関する実力の評価ですが、イミュニティの方こそ、いろんな試験があって、これはその一例です。放射イミュニティ試験と呼んでいるものですが、これは先ほどの放射エミッション試験とほぼ逆の発想というか、同じような考え方で、電波暗室で行う試験です。ここでは設置したアンテナを送信アンテナとして使います。アンテナから広い周波数にわたって電波を送って、テレビの上で動作させている電気製品が誤動作しないかどうかを見る試験ですね。これは非常に強い電波を出力する必要があるということで、実はフェラーリが何台か買えるくらいの大規模な設備が必要になる試験です。

電波妨害対策の実例



フェライトコア シールドケーブル シールドメッシュ

ノイズ対策の基本中の基本は、電波が漏れないように意識した設計をする。電波を受けないような設計をする。設計段階から考えるのが基本ですが、現実には完成形になった製品で、規制をクリアしているかどうかを確認する必要があります。完成して、そういった部屋で電波妨害に対する試験を評価したときに限度値をクリアすることができなかつた場合、設計まで戻って作り直すというのは現実的には無理ですね。当然、納期のこともありますので、後付けでなんとかするという必要に迫られます。そこでメーカーが行っている電気製品のノイズ対策の一例ですが、我々も見かけることができ、必要があれば簡単に入手できるものがあります。

左は、フェライトコアと呼ばれるものです。USB ケーブルの真ん中にある、丸い円柱上のものですね。こういうものが、AC アダプターとかについているのを見たことがあるかもしれません。これが、2個ついているものもあります。この中は磁性体と呼ばれるもので出来ており、大きいものほど効果があります。これをケーブルに取付けることによって、高周波を持った電流がこのケーブルを流れますと、このフェライトコアのところでは熱のエネルギーに変換されることで、高周波の電流を減少させるというものです。数百円から、小さいものは100 円前後くらいです。よく、ポータブルのハードディスクなどを買った付いてきますが、それは製品本体とこの USB ケーブルがセットで規制をクリアしたという事情があるので、「専用のケーブルを使ってください」という一言が書いてあります。実際にはこのケーブルでなくても、USB ケーブルは汎用性があり

ますのでどれでも使えますが、そういった EMC の事情があります。ノイズの対策をクリアしたケーブルと製品のセットで販売しているということですね。

つぎがシールドケーブルと呼ばれるものです。これはケーブルの一番外側、黒い皮膜の隣にある銀色の金属の網がシールドです。これで覆うことで、中を通っている黄色やオレンジのケーブルから放射される電波を閉じ込めたり、外から侵入するのを防ぐというものです。市販の LAN ケーブルには、STP と UTP の 2 種類ありますが、STP はシールドド、シールドされているケーブルで、UTP はアンシールドド、シールドされていないケーブルということで、STP のほうがちょっと高いです。

3 つ目はシールドメッシュと書いてありますが、電磁波防止クロスとか他の呼ばれ方をすることもあります。これ自体は金属で編み込んだ布です。シールドケーブルと考え方は同じで、折りたたみ式の携帯を広げた状態でこのシールドメッシュで覆ってやると、電波の出入りを防ぐことができます。ただ、これは単に覆えばいいというわけではなく、扱い方に注意が必要ですが。

フェライトコアの場合は、電波放出の原因となっているアンテナ部分に取付けないと効果はありません。他のもそうですが、効果がないだけならいいですが、適用することによって反ってノイズが出やすくなってしまうということもあります。理屈上の難しい話は割愛しますが、現実にそういったことがありますので、自分で買って来て、使ったからといって必ずしも良くなるとは限りません。実際の試験現場でもそうですが、はっきり言ってカットアンドトライ、試した場合と試してない場合で違いが出るかどうかなので、まず試してみるのが手っ取り早い。

最後になりますが、まとめとしまして、電波というのは、電気製品のあるところにはどこでも存在します。私たちの生活環境からは切り離せないものです。特に通信に使用する機器というのは、どんどん増えていくところになりますので、限りある資源を有効に利用するため、全員が決められたルールに従うということが必要になってきます。そして、すべて電気製品は電波妨害の加害者にも被害者にもなっているということ、これが完全にないという世界は今の技術的な常識では絶対にはない。今後も、おそらくないでしょう。こういった事情から安全の取り組みというのを、国や公的機関が音頭をとってルール作りをしていますが、このルールに適合した製品を使用することがまず、我々にできる必要なことです。そして適合しているからといって、完璧に不都合が起きないという

わけではないので、ある程度の不都合が起きる場合があるということは許容して使用するか、どうしても許容できない場合は個別に対策をとる必要があります。私の方からは、以上で終わります。

(休憩)

第2部『検証！携帯電話のワイヤレス機器への影響』

滝川：マクロスジャパンの滝川と申します。私の方からは、携帯電話の仕組みを簡単に説明させていただき、そのあとで実は現実にホールで起こった、出たはいけないノイズの音を、ワイヤレスマイクに、あるいはワイヤレスインカムにも携帯電話の影響でノイズがのるといふ現象を皆さんに実際に経験していただいて、携帯電話の抑止装置を入れているホールの方は特に、その音を覚えていただいて、これは携帯電話の影響で、携帯電話の抑止装置のせいではないことを理解していってください。

携帯電話の報知情報と位置情報

では始めに、携帯電話の仕組みを簡単に説明させていただきます。携帯電話というのは、基地局のアンテナがあちこちのビルの上にあるのを見たことがあると思いますが、この基地局から報知情報というのを出しております。報知情報というのは簡単に言いますと「オーイ、だれか私のエリアの中にいますか」という問いかけで、常に携帯電話に対して出しております。携帯電話はそれに対して、「ハイ、私はあなたのエリアの中にいますよ」と、位置情報というのを送っております。このとき、携帯電話を掛けてはいないんですが、実際には電波を、電磁波を発生させているという仕組みになっております。

常に携帯電話を持っている人は移動しますから、「まだ、誰々さんいますか」という問いかけを、一回だけではなく常にしており、それに対して「ハイ、私はまだいますよ」と基地局に返します。これは携帯電話がポケットの中に入っているようが、バッグの中に入っているようが、定期的に行っております。ですから、いつも電波を出しているわけです。

これで携帯電話抑止装置（以下、抑止装置）を入れますと、こういう抑止空間をつくるので、基地局から来ている電波が、「オーイ、だれかいますか」という声が聞こえなくなるんですね。携帯電話は、親から話しかけられないと何も

出来ませんので、実際的にはここで圏外になってしまいます。

携帯抑止装置の効果と携帯電話の通信方式

実際に、携帯電話を見てみましょう。今、抑止装置を入れていますので、みなさんの携帯電話は圏外ですね。au を持っている方、おられますか？じゃ、これから au の方だけ使えるようにします。うちの優秀な技術員（野呂哲史氏）によって、au だけを生かします。親の声を聞いて、「ハイ、います」というまで、最大で 48 秒ほどかかりますが、どうですか、使えるようになったと思います。大丈夫ですか。

また、ドコモさんを持ってる方はおられますか。ドコモさんはまだ圏外ですよ。じゃ、ドコモさんも生かすようにします。機種によってはちょっと時間がかかるものがありますが。あ、バーが立ちましたか？

ソフトバンクさん、持たれてる方はおられますか。この中で iPhone を持っている方。iPhone につきましては、ずっと、圏外にさせていただきます。実は、iPhone というのはとても優れた携帯電話でして、日本という国はメーカー同士、非常に仲が悪いものですから、ジョブスさんがそれに目を付けて、日本の最高峰の技術を集めて作ったんですね。その日本から集めた最高水準の技術は、日本の各メーカーさんは使っちゃいけないという規制になっていますから、当然、iPhone より優れておりません。ちょっと悔しいので、圏外にさせていただきます。しかし iPhone にも 1 つだけ欠陥があります。落としたらガラスがわれる。

携帯電話の影響によるノイズとは

さて、実際に携帯電話の影響でノイズが出るのか。実際にあるホールさんで起こった現象を、ここで再現したいと思います。それで、皆さんにご協力いただきたいんですが、au さんとドコモさんの携帯電話で、117 番にちょっと掛けていただけますか。実際には、200 人くらいいらっしやると簡単に出ますが。

（アナライザーを見て）これは、携帯電話基地局の 800MHz 帯の電波なんですけど、これに対して、みなさんが今、時報に掛けている

使用機器

スペクトラム・アナライザー

ワイヤレス混合分配器／受信機

RAMSA WX-R900 / WX-R820

ワイヤレスマイク

RAMSA WX-RB110-S

ワイヤレス・インカム (2006 年製)

親機：STANDARD RP825

子機：STANDARD HX834

のがこれです。これが今、基地局に向かって117を掛けた周波数帯ですね。ここでみなさん、一度、切っていただけますか。はい、切れましたね。アナライザーで見るとこういう風になります。

申し訳ありませんが、もう一度、117に掛けていただけませんか。

そこで、みなさんの携帯はワイヤレスマイクの受信アンテナから遠いので、私どもの携帯で117に掛けて、その携帯をそのアンテナに近づけてノイズを乗せてみます。ノイズって意外と恥ずかしがりやなので、出る時と出ない時があって、なかなか特定できないんですね。ワイヤレスマイクにノイズが何回かのつても、何だったんだろうって。

ザッザッザッ

あ、今のがそうです。ちょっと、厳しい状態（ワイヤレスマイクの送信電波より携帯電話の電波が強くなる状態）を作らせていただいておりますが、これがそうです。ザッザッと出てる音が、携帯電話の影響を受けたノイズですね。（アナライザーを見て）これ（携帯電話の電波）が、（800MHz帯の）周りにたくさん出てきますね。先ほど電子レンジで見たのと同じような現象が、ここで起こっています。

これが、携帯電話を圏外にしますと一切電波を出しませんので、こういったノイズは起こりません。実際にこういった現象がびわ湖ホールさんで起こりまして、携帯電話抑止装置を入れて、対策が出来ましたという現状がございます。

次にワイヤレスインカムですが、実はインカムをつけながらポケットの中に携帯電話が入っていると、そのそばにインカム子機の本体を付けていたりしますので、これにもノイズが乗ることがあります。（インカムのヘッドセットのイヤホン音声を拡声し、子機本体に携帯電話を近づける。）

ザッザッザッ

これです。全く同じ音ですよ。

携帯電話が基地局に向けて急に電波を出すので、なかなか特定できないですが、そのときにどうしてもこういったノイズが出るという現象が起こり得ます。これが200人300人のお客さんが入ってくると頻繁に起こりますので、本番前までのマイクテストでは全く問題がなかったのが、お客さんが入ったらワイヤレスマイクが使える状況じゃなかったということがございます。

ワイヤレスマイクのA帯とB帯のリスク

今、ワイヤレスマイクの周波数が移行されるということで800MHz帯、

700MHz 帯の A 帯のワイヤレスマイクは移るからいいですが、総務省でガードバンドと言われている B 帯のところは、技術基準だけきちっとしてくれば、税金を払わなくてもどうぞ使ってくださいという帯域、ただノイズがのるけど、それは保証しませんという帯域なんですね。

実は携帯電話はもともと、もっと高い周波数だったんですが、ヨーロッパ標準に、世界標準に合わせるということで、ひっくり返ったんですね。そうすると、ワイヤレスマイクに非常に近くなってしまった。これがノイズを出す原因になってしまったんですね。B 帯につきましては何の保証もございませんので、携帯電話抑止装置を入れないと使いものになりませんということなんですね。

携帯電話を掛けていなくても電波障害が起こり得る

質問) A 氏：先ほどみんなで117に電話してノイズが出ましたが、受信しないデッドな状態になることもあるのでしょうか。

以前、屋外で30~40m くらいの範囲の距離で、A 帯のワイヤレスマイクを使っていたことがあったんですが、チェックしている時は何ともなかったんですね。で、実際に催し物が始まって人がいっぱい来たら、今まで通じていたマイクがデッドになった。そこでメーカーさんに聞いたら、それは携帯が原因ですって言われたんですね。

先ほどは、みんなが携帯で電話したのでノイズがのったんですが、誰も電話してなくても携帯電話を持っているだけで、電波障害というのは起きるものなんですか。

滝川：起きます。誰も掛けてなくても、携帯電話は電波を出します。最初に報知情報の話をしたんですが、それは電源が入っているとずっとやり取りを続けます。車で移動していると次の基地局の範囲に移っていきますので、「誰かいますか」と問いかけをして無音だったら、もうこの人はなくなったなということで、用意していた回線を切ってしまいます。そういう仕組みになっているんですね。みなさんは掛けておりませんが、基地局とのやり取りは頻繁に行っています。ですから、電源を完全に切らないと、障害が起こり得る状況になります。

だから、今のこの状態でもアンテナを客席内のみなさんのそばに置いておきますと、どこかでザッザッと入ってくると思います。ワイヤレスマイクのアンテナが今は舞台の近くにあって、皆さんの携帯からは遠いですよ、でも舞台の袖でワイヤレスマイクを持っている方が携帯も持っている、ドコモさんと

auさんが800MHz帯を使っていますから、先ほどのザツというノイズが入ってくる可能性があります。

実際には2.4GHz帯のインカムを使っていると、これにつきましても無線LANが頻繁に飛んでいますので、雑音はないんですが、無音になったりします。無線LANの帯域は実は、この電子レンジと同じ帯域だからだれも電波利用料を払っていないんですね。電子レンジというのは、早くから2450MHzというところに割当をされています。レンジの中は電波です。電波で焼いてる。これが出すノイズが先ほど見たように100MHzの帯域幅に渡って広く強力なものです。それくらい強烈な電波を出さないと、物を加熱できないんですね。ただ、この帯域は電子レンジを使っている時だけです。各メーカーが電波利用料を払わなくてもタダでちょっと使わせてくれないかということで、技術基準さえ適合させれば使える帯域なんですね。

他のきれいな帯域のところは、どこの国でも電波は国の資源ですので、お金を払ってくださいということになっています。携帯電話は非常に便利なものであり、技術基準にきちっと適合しております。ただ近くにあると、音の出るものに対しては、ノイズが出る可能性があります。

質問) B氏：これまでヨーロッパ方式のW-CDMAを使っていたのを、今度、日本が開発したLTEの方式に変わったことで、早く移動しなきゃならなくなったということではないんですか。

滝川：そうではないです。

通話チャンネルを減じデータ通信用が増加に

皆さん、携帯電話は電車の中で掛ける方はいないですが、ネットをずっと見えていますよね。また電話を掛けても1時間も2時間も話はしないですよね。ところがネットは、ずっとつながっぱなしですね。その周波数にずっと常駐している人がいると他の人が使えなくなる。ですから、周波数をどんどん増やしていったんですね。

特に今、通話は何となく掛かりにくいなと感じている方もいると思いますが、通話チャンネルと言われる帯域はどんどん少なくなって行って、通信に偏っています。携帯電話だけだったら良かったんですが、インターネット利用が増えて、タブレットも広がって、Wi-Fiだけじゃなくて使うようになったので、どうしてもチャンネルが足りなくなってきた。それに、女子高生はLINEとか、Viber

でしか電話を掛けません。ほとんど LTE の方にシフトしてきているという状況があります。

今度、3.5GHz 帯というのも増えてきます。もう国で割当をしておりますが、これはほとんど飛ばないので都心部だけになるのかな。これも全部 LTE 方式ですね。4G と呼ばれる通信方式なのですが、より多くのデータ、動画がキレイに見えるように帯域をどんどん増やしています。

ただ、3.5GHz と 700MHz では基地局を建てるコストが大幅に違うんです。700MHz 帯の低い周波数は、宗形さんからもお話があったように、よく飛ぶ。ところが周波数が高くなると飛ばないですから、たくさんの基地局を建てないといけない。それで、コストが掛かる。700MHz 帯はコストが安くて、たくさん電波が飛んで、キャパシティが広いものですから、そこに割当をしていったということです。世界標準に合わせるという意味でも 700MHz 帯にした。

携帯電話は今は、ひとつの周波数帯だけじゃなくて選べるようになっていきます。実際に au さんが使っている帯域は、こんなにたくさんあるんですね。800MHz 帯は通話用とデータ用で二つ。次に 1.5GHz の帯域も使えます。あと 2.4GHz、2.1GHz 帯がデータ用として使える。

ドコモさんも 1 台の携帯電話で、例えば 800MHz 帯を使っていて、そこがいっぱいになったら、どんどん高い周波数帯へ自動的に基地局が割り振っていきます。その表示がないので、皆さんにはわからないと思いますが、ただ、3G とか 4G という表示が出ますよね。3G の時は通話用のあなたの割当はここですよという表示ですね。データ用を掴んでいる時は LTE だとか、ソフトバンクは 4G という表示が出ますね。

昔は、基本は通話チャンネルをずっと掴んでいたんですが、今はデータ用のチャンネルを掴んでいるという状況に、端末も変わってきています。そのうち、通話チャンネルはなくなるそうです。今、Viber だとか LINE もクリアになってきた。インターネットを通した電話に変わってきております。そうすると通信料も下げられる。通話料をもらわなくて、電話もデータ通信もできる形にしようとしています。

通信チャンネルでの通話技術

市川：ちょっと質問ですが、例えば au は通話帯域が 5MHz あるということですが、ここにも au の方が何人もいますが、この方々が混信しないで通話できる理由は？

滝川：それは、お互いに近くで掛けてもらったら一番よくわかるんですが、声がズレますよね。すぐ近くで話しているのに、電話から聞こえてくる声はズレますよね。

つまり、全く同じ周波数帯を、デジタル信号化して時間差で使っているんですね。自動的に割り振られて順番にそれを暗号化し、送られてきたときに復号しなければならないから時間がかかる。だから、どうしても声の遅れはしょうがないんですね。

これからますますこのディレイが大きくなっていくと思います。遠いところでお互い話すんで遅れてもわからないから、この遅れより、声をノイズキャンセラーでノイズをカットしてクリアに聞こえるようにしていますね。

市川：それと通話帯域を減らして行って、通信帯域を増やしていくというお話がありましたが、今は au だと VoLTE（ボルテ）という規格が出来てきていますが、これも通信帯域を使う高品質な音声通話というものなんですか。

滝川：そうですね。今は、通信の方に力を入れてまして、どんどん切り替えている状況なんですね。先ほどもお話ししましたが、将来的にはネットを通した通話が可能になって、通話代はタダになるという状況です。

携帯抑止装置の仕組み

携帯電話自体もどんどん変わってきてますし、通信方式も変わってきています。我々の抑止装置はただ単純に、基地局の電波を隠しているだけなんですね。見えなくなれば聞こえない。音的に言えばホワイトノイズを入れて「オーイ」という声を聞こえなくする、ただそれだけなんですね。それが実は単純じゃなくて難しいんですが。

市川：携帯電話のジャミング的な装置と抑止装置とどう違うんでしょうか。

滝川：ほんとに安く作ろうと思えば、3000円もあれば作れます。ところが基本的にスプリアスという余計な電波が横にいっぱい出るんですね。そのためにフィルタというカットする技術が必要なものですから、高い部品をいっぱい使う必要があって、値段がどうしても高くなる。

私どもで作っているのは、ほかのものに絶対に影響を与えてはいけないとい

う規定がありますので、基本的に高品質ないいものを作ろうとすると 100 万円まで上がってしまうのが現状です。ですから、私どもも入札で負ける時もあります。

抑止装置の電波の影響は？

質問) C 氏：抑止装置というのは電波を使って抑止しているんですか。その抑止装置の電波は、例えばペースメーカーとか、そういったものに影響はないんですか。すべてクリアする？

滝川：はい。影響はないです。JQA という心臓ペースメーカー協会らが協賛している公的機関で、私どもの機械を、実際に出す電波の 10 倍の電波を出してベタ付けで試験をした結果、心臓ペースメーカーとか医療機器につきましては合格をいただいています。

質問) C 氏：ちなみどのくらいの周波数帯ですか？

滝川：800MHz 帯、1.5GHz 帯、1.8GHz 帯、1.9GHz 帯、2.1GHz 帯、新しく出てくる 2.5GHz 帯ですね。基本的には 1.5GHz 帯の場合では、2 台の携帯から二つの電波が出ますと相互変調という現象で子供の電波が 500MHz とか 600MHz の、今後新しく移るワイヤレスマイクの帯域の一部に出てくることもあるんですが、出力が小さいので、ワイヤレスマイクにも影響はでないです。

以前の携帯電話 PDC というのは 800 ミリ(mW)から 1 ワット(W)くらい、頭の横で出していたので、携帯電話自体も熱くなってくるという現象があったんですが、今は携帯電話の出力の最大値は 250mW に押さえられており、特に日本のものは技術も優れていますので、携帯電話も医療機器への問題は全くないです。

抑止装置の適用範囲

質問) D 氏：抑止装置の抑止の範囲は、客席エリアだけですかね。

滝川：これは総務省の許可を得なきゃならない装置です。無許可でやると電波法違反です。圏外に出来るのは客席内だけで、ロビーとか通路については使えるようにしなさい、そうじゃなきゃ、許可を下ろしませんよという規定がござ

います。実際には総務省の検査官がチェックをした上で、合格ですという免許状が出ます。

携帯電話の電池の消耗度合い

ところで舞台の業界の中で、携帯抑止を入れると電池がなくなるという神話がございます。これは事実です。何故かと言いますと、舞台袖には技術スタッフさんがおられますよね。この舞台袖は、少しは携帯の電波が漏れてきて、ギリギリ使えるかどうかの状態なんですね。

実は電池が最も消耗するのが、バーが1本か2本かという時なんです。このとき、基地局からの「オーイ、誰かいますか」という声が小さくには聞こえないので、「まだいますよ」という声を大きい声で言わないと基地局に届かないから、ものすごいパワーを出すんですね。それで早く電池がなくなるんです。

だから、舞台スタッフさんが3時間くらい袖にいますと、「なんだ、もう電池がないのか」という現象が起きるんですね。我々としては舞台まで圏外にしたいんですが、マネージャーさんとかが袖で連絡をとりたいたとか、スタッフさんが連絡をとりたいたということもあって、袖の方ではギリギリ使えるようにしております。

電池が一番消耗しないのが、オフ状態です。次は圏外です。次が3本バー、4本バーが立っているときで、電池は使っておりません。しかし、女性の方がよく携帯電話をロッカーに入れたりしますが、この状態は厳しいですね。

質問) D 氏：ということは、舞台スタッフが持っている袖の携帯電話からは、より強い電波を出しているということですよ。それはワイヤレス機器にも影響を与えているということですよ。

滝川：インカムを持って、袖にある携帯電話のそばにいくと、ザッザッというノイズが出ることがあります。

市川：滝川さん、ありがとうございました。

(休憩)

第三部『舞台をとりまく電波状況の現状と将来』

市川：舞台をとり巻く電波状況の現状と将来ということで、日本テックトラストの技術顧問の石川さんに音頭をとっていただきながら、第3部を進めていきたいと思います。よろしくお願いします。

石川：日本テックトラストの石川と申します。もとは、ゼネラル通商という会社がありまして、そこでワイヤレスマイクを長年扱っていました。

ワイヤレスマイクの電波帯域～VHF から UHF へ

まず、送信機の話なのですが、昔はVHF帯という長いアンテナを付けていた時代があったんですが、その後、今、メインで使われているプラチナ・バンドを含むUHF帯を最初に日本に入れたのが、ゼネラル通商だったんです。

昔からワイヤレスマイクに携わっている方はご存知かと思いますが、発信回路は、VHF帯のころはLC発振回路、つまりコイルとコンデンサで作っているものでした。それはかなり不安定で、使っているうちに周波数がズレていく。それで、同調を掛けていくというようなことをやっておられたと思います。その後、水晶発振回路を入れて安定をさせたんですが、安定させるということとは変調を掛けにくいということなんです。その辺をうまくやったのが、イギリスのメーカー、マイクロンです。音がいいというので結構売れたんですね。

ゼネラル通商はもともと、ゼンハイザーをメインで扱ってましたが、ゼンハイザーは製品の50～60%をドイツ国内で売っていた会社なので、UHF帯が（ドイツ）国内で許可されていないから、いくらUHF帯を作ってくれといても作ってくれなかった。それでゼネラル通商としてましては、イギリスから先端技術のものを入れたんですね。

なぜUHF帯にしたか？放送局のENGでVHF帯を使っていると、目の前を車が走ると、ノイズがパリパリと入る。そこでゼネラル通商時代のあの頃の課長が、大学で電波のことを学んでいたの、ゼンハイザーにノイズの少ないUHF帯のワイヤレスマイクを作ってくれとさんざん言ってたんですが、出て来なくて、その間にマイクロンが出来てきた。ゼンハイザーがUHF帯のワイヤレスマイクを作ったのは1981年、ドイツ国内でUHF帯が許可されて作り始めたんですね。

UHF 帯で 30 チャンネルへの挑戦

1985 年かな、東宝さんで大型のミュージカルをする事になり、そのときに帝国劇場さんの音響をやっておられた本間明さんが、ロンドンでレ・ミゼラブルを見て、「あれだけの人間が出ているのに迫力がない。じゃ、全員にマイクを持たせよう。大体 30 人位だろうから、30 波のワイヤレスマイクを作ってくれるところはないか？」と、ゼネラル通商に話があった。

その頃に出ていたのがゼンハイザーの SK2012、EM1036 というワイヤレスマイクなんですけれど、UHF 帯で、3U の受信機で 3 チャンネルしか受けられなかった。それで 30 チャンネルをやったものですから、受信機が 10 台必要で、アンテナが 10 本 (5 ペアー) ついている大げさな機械だったんですよ。その頃はまだ、微弱電波という形でやってました。それで半年間、ロングランをやりました。それも発振回路は水晶発振なんで、今のように送信機が PLL 回路で、どこでもチャンネルを変更できるわけじゃなくて、チャンネルが変えられない。公演が終わって故障したら代替えがなくなるので、それを持って帰って、次の日の公演に間に合わすということを半年やりました。

ゼンハイザー自体は、30 チャンネルがうまくいくとは思っていなかったんでしょう、飛んで来まして、「うまくいったんだ！どうやってうまくやったかを、ドイツの本社に来て各国の代理店に説明してくれ」と言われて行ったのが、ゼンハイザーの研修の始まりだった。それから 3～4 回は行ったかな。ゼンハイザーはドイツが本社で、今は、日本はシンガポールにあるアジア支社の管轄に入っているんで、研修は、シンガポールで行いドイツまで行かないですが、その頃は行ってました。(後に香港で開催する様になり、最近は、WEB 上で行っている様です。)

それで気を良くして次に造ったのが、SK50 と EM1046 というワイヤレスマイクなんですけど、その当時の最先端の技術をもって作ったんで、世界のワイヤレスマイク界を一世風靡しまして、それでゼンハイザーがマルチ・チャンネルのシェアを一気に伸ばして現状になりました。

ゼンハイザーがゼネラル通商とうまくいかなかったのは、ビジネスマンとの相違が起こっていたからだと考えられます。日本にゼンハイザーの支社ができた。今もその流れは変わっていないと思います。

日本の電波行政

日本での、今までのワイヤレスマイクの経緯としまして、まずイギリスのマ

イクロンというメーカーのものを入れて、ENG用に出していた。その後、1986年に微弱無線局の法規が変わった。そのときに、今一番使いやすいと言われてるプラチナ・バンドを含むUHF帯の電波の規制を思いっきり絞っちゃったんで、ワイヤレスマイクはどうなるんだということで、特定ラジオマイク、A型ラジオマイクというのが出来た。その後2000年にイヤーマニタ用のラジオマイクが追加され、2009年にラジオマイクのデジタル化をした。デジタル化をしておけば、立ち退かされることはないだろうと言っていたんですが、最終的には3年も経たない2012年に、ホワイトスペースへ移行という話になってしまった。

無線の規格は、ヨーロッパはETSI、アメリカはFCCが、無線機であろうが何であろうが、電波の規制に関する全部を管理しているんですが、日本は「総務省は無線機器の電波は管理する。それ以外のは経済産業省である。」というように分かれています。2.4ギガヘルツのISMバンドが産業科学医療用で、厳しい規制があるのは日本だけなんです。海外ではISMバンドはもっと簡単に使えるものです。だからよく、日本でもすぐに使えるんだろうと言って海外製品を持って来る。しかし日本では、総務省の承認をとってからでないと使えないという厳しい規制が現実にあります。

ワイヤレスマイクも、今は海外製品がこんなに入ってますけど、元々始めた頃、ゼンハイザー自体は完全に日本の規格に入れるまでの協力はしてくれないので、日本で改造して図面を作って、あの頃は政府（郵政省）の指定機関であった無線検査検定協会、MKKと言っていたんですが、ここで厳しい技術基準適合検査を何とか通してきた。そして日本である程度売れ出してきたら、他のオーディオのマイクメーカーさんは「日本は、ゼンハイザーが売れてるみたいだから、うちも出せ。」と、S社さんやいろんなところが出てきたのが今の状態です。

昔、微弱無線局から移行したときも、今と同じように新しいA型のラジオマイクのデモンストレーションをあちこちでやったんですけど、その当時は国産のメーカーばかりですよ、海外メーカーはうちだけだった。そのときの郵政省の人はそれを知っていたのかどうかわかりませんが、「B型の電源を入れると固有のIDを送信しなきゃならないという電波法の規制は、日本のメーカーを保護するためにやっているんだ。」と言ってました。ところが今や、どういうことでしょうかね、国産のメーカーは当時より減りましたよね。ソニーとラムサ以外は、ほとんど海外メーカーになった。総務省になって方針が変わったのか、ちょっと腑に落ちないところがあるなと思うんですが。

市川：石川さん、ワイヤレスマイクの周波数の移行の件なんですけど、もともとは 40MHz 帯からスタートして、100MHz 帯に行ったら 200MHz 帯に行ったら 400MHz 帯に行ったら 800MHz 帯に行ったら、今度はホワイトスペース（470MHz～700MHz）帯と 1.2GHz に移行している。これは、すべてにおいて国の意向ということですよ。その中で、今回の件は今までと違ってますよね。今までは、ひとつのブロックに移行させられたけれど、今回は 711～714MHz 帯も加えて 3つのブロックに分かれています。これは、現状の使ってるチャンネル数を確保しなきゃいけないということと、地デジを第一優先的な、テレビ局の周波数を邪魔しないためにそうしたということですよ。

石川：我々が電波産業会（ARIB）でやっていたころ、ホワイトスペースを使わせろって言ったんです。そしたら空いてるチャンネルはないって言われたんです。日本のお役所は全国を管轄しているので、地方を含めて全体をみると空いてるチャンネルはないという発想で、すべて否定されたんですよ。だいぶ働きかけたんですけど、それが今ごろ、ホワイトスペースに移行というのも少し変だと思っただけです。

市川：だから、今の 800MHz 帯の意識だと日本全国同じチャンネルだから、ツアーでも PA 会社さんが持って回ることが、テレビ局の影響を考えずにやれていたということがありますよね。それぞれの場所で競合することはあるかもしれないけれど。

石川：今の A 型ラジオマイクはもともと FPU（TV 放送用無線中継伝送装置）で、放送局だけに許可するつもりだったらしいです。FPU の 1ch も 2ch も 3ch も 4ch も、放送局のものだというのが彼らの言い分なんですけど、それだと今まで使っていた人はどうするんだということで、FPU と混信が無いようにすれば使って良いという事になり、特ラ連を作って運用調整をして使えるようにしたのが現状なんですよ。

今度の移行に関しても、考え方は一緒です。テレビ局の波なんで、「そこに出てきて障害を与えたら駄目だ。この辺で使ったものが横浜まで飛ぶかもしれないから、そこまで規制するよ。絶対に障害が起きないようにしろ」と。やってみたら何でもないかもしれないようなことまで考えてやっているの、こんなめんどくさいことになっていってるんですね。

1本のワイヤレスマイクで全国を回るとは難しい時代に

市川：ワイヤレスの機種によってですが、日本全国を回するには同じものでも何本も必要になってくる。これプラス 711~714MHz。

石川：710~714MHz というのは、もともとガードバンドに食い込んでるんですよ。ガードバンドというのは、テレビ局と携帯会社がお互いに干渉しないように、いわゆる緩衝帯ですよ。それを引っ張り出してきて、何かあったらここは全国で使えるよということにしているだけで、実際に使えるかどうかはやってみないとわからないところがありますよね。B 帯も同じです。あそこはガードバンドです、もともと、

市川：でも 710~714MHz は、デジタルであれば、30 波、40 波、取れるということになるんですよ。

石川：アナログだとそんなに取れないですよ。

市川：第3次インターモジュレーションが出てくるからですよ。そうすると全国を持って回するには、それと 1.2GHz 帯という選択肢で考えると、1.2GHz 帯の方が安心？

石川：1.2GHz 帯では、レーダーの電波がいつ出るかわからない。だからやっぱり一番安全なのは、ホワイトスペース帯です。1セットで全部カバーできるものという約束で、総務省に出入りしたメーカーはいるみたいですが、結局出来なかった。

もっと発言しよう

行政は、必ずしもユーザーの都合ばかりを考えてくれません。最終的に今の帯域がいつまでもあるとは限りません。周波数オークションというのを聞かれたことがあると思うんですが、最初にやったのはアメリカの FCC です。国にだいぶお金が入ったみたいですが、そうするとラジオマイクは生き残れません。現実にアメリカではもう、ワイヤレスマイクの割り当て電波はなくなってます。そこで、ワイヤレスメーカーが FCC に大挙して乗り込みまして、何とかしろと言った。FCC も「必要なのはわかるけど、今は決まってない。」と言って逃げ

てるみたいです。

ヨーロッパの ETSI も、どんどん使える周波数を減らしてます。昔は日本で採用しようとしているテレビの空きチャンネルを使ったらいいよということだったんですが、どんどん周波数を売っちゃいますから、売り主は権利がなくなる。そして、いきなり無条件で出て行けということになる。保証も何もありません。

現実に関今回の移行のときに、S社さんが手を挙げたはずなんですが、S社さんは900MHz帯をもらった途端に抜けました。900MHz帯の移行が一段落したところで、地上デジタル放送の高い方の2チャンネルをよこせと言いました。だから、そういうことがどんどん起こる可能性があります。

片や放送局は自分たちの利権を守ろうとして、入ってくるなど言っていたんですが、放送局とは、FPUのときと同じようにうまくやっていくのがいいのかなと思います。

市川：周波数の移行は35年くらいの間に5回くらいあったんですよね。これからも10年に1回くらいは何らかのアクションはありそうだなと。

石川：今度は10年も持たないと思いますよ。今のこの勢いでいきますと、通信量はどんどん増えるわけですから、電波が足りない。

市川：そうするとまだまだ皆さんが仕事をやっているうちに1回2回と大きなアクションがあるかもしれませんね。そのときに石川さんの話じゃないですが、周波数オークションが日本でも現実的な話になっていったら、・・・

石川：みんなでお金を集められるかどうかですよ。ひとりで買えるものじゃないですから。現実に関アメリカで、電波を買ったのに、結局、電波も出さずにつぶれたところもありますからね。それほど高い金額になるわけですよ。金儲けとしてはすごくいい。物があるわけじゃない。ここ10年間、使う権利をいくらにしますか？と言ってオークションにかけるだけで、欲しい人はどんどん値を上げていくわけですから。

市川：そうすると私は音響家でもあるんですが、ワイヤレスマイクを使っている人が声を大きく言っていないと駄目だということですね。

携帯抑止装置と携帯電話と無線従事者の関係

市川：現状、B帯に関して、ものによってはA帯と同等の品質を持っているから、うちのホールでもB帯が主体なんですね。携帯抑止装置があればB帯も使えるんですが、それはツアーでもって回ることはできないんですよ、滝川さん。

滝川：これは電波法上できない。移動局としては許可できないとなっております。

市川：なおかつ、それをホールに入れる場合は、そのために使用するものが免許を取らなければならないということもあるわけですね。

滝川：そうですね。無線従事者を置かなければいけない。

石川：基本的に無線局は無線従事者しか運用できないんですよ。ラジオマイクは特例として、いらないという解釈になっている。

市川：携帯なんかは我々は当然免許を持ってないわけですが、あれは会社として持ってるということですか。

滝川：そうですね、あれはドコモさんが免許人で、みなさんにお貸ししている。昔、車に搭載していたものは、皆さん独自で免許を持ってました。そこで携帯を広めると総務省も税収がたくさん増えますので、特殊な事例をつくった。実は免許はドコモさんが持っていて、携帯端末はお貸ししてますというちょっと変わった方式をとっています。

電波利用料についてもドコモさん、auさんが払ってるわけではありません。皆さんが契約をしたときに、皆さんがお支払いをしております。それを横に流して納入しているというのが、基本的な流れです。預かり金のような消費税と同じですね。

市川：そうしますと、今回のテーマの舞台におけるノイズということなんですけれど、ここにいる方はホールの方々だけじゃないこともありますけれど、ホールということで一義的にいうと、A帯に移行ということと、抑止装置的なも

のを入れることを考えた方がいいですかね。

石川：マクロスさんは大丈夫だと思うんですけど、違うメーカーの携帯抑止装置でワイヤレスマイクにノイズが入ったというのはありましたよ。

LED 照明から発生するノイズ

市川：宗形さんにお聞きしたいんですが、例えばホール自体を、建物をまるつきりシールドしたという劇場を見たこともあるんですが、この方法は外からのノイズには有効かもしれないですが、中にも電気製品がありますので、その場合は有効ではない？あるいは中から外に電波が出て行かないのでそれに関しては有効と考えてもいいんですか？

宗形：外から中、中から外への出入りについては、シールドルームという金属を箱上に覆ってしまえば、おっしゃる通り遮断することは可能かと思います。

ただ、それをすることは簡単ではなくて、一番ネックなのは扉なんですね。完全に一枚板で作ってしまえば問題ないんですが、扉のところの接合、扉を閉めたときに金属の2枚の板を合わせ込むわけです。そこは人の目では完全に閉じているように見えるんですが、実際にはよく拡大して見てみると、金属は電子レンジもそうですが、どうしても隙間がある。この隙間を埋めるために特殊な材料を使ったりするんですが、そういったものは非常に弱くて、さびだったり、いろんな要因で劣化してしまう。ということで我々の試験場でも、通常は専門の技術者だけが出入りするようになっていますが、いろんな人が出入りする環境ですと、シールドルームにすること自体が難しいんですね。

石川：市川さんは、中で起こったものはどうしようもないだろということですよ。照明や、最近はLEDのディスプレイがいっぱいあるんで、その辺からノイズが出て、結構問題になってますよね。

宗形：おっしゃるとおり、LEDはここ数年で流行ったと思うんですが、我々の試験場にもよく持ち込まれます。LED照明は半導体なので、結構簡単に作れちゃうんですが、結論からいうとLED照明は構造上、どうしてもノイズが出るんですね。

ノイズという意味ではネックになってしまうので、ある程度許容する必要が

ある。出ているノイズが、ワイヤレスマイクとかに直接影響する周波数かどうかというところが問題なので、出ていてもかまわない周波数だったらほっといてもいいというところで、折り合いを付けていく。

市川：今日は用意できなかったんですが、最近、うちの劇場でも LED 照明を導入したんです。それにあって僕の方も気になったので、ここに 10 台以上の LED 照明を並べて、このシュア-のワイヤレスマイクでテストしたんですね。そのときはくつつくくらい近づけても全く影響がなかったので、音響の立場ではいいんじゃないということで話が進んだんですが。LED が出してるノイズの周波数が、たまたまワイヤレスマイクに当たる、当たらないってあるんですか？

宗形：そうですね。ノイズの原因に一番なりやすいのは、電源なんですね。LED 照明も、ほとんど電源回路で出来ている。電源というと、だいたい周波数的にはキロヘルツのオーダーから高くても数十メガヘルツくらいの周波数帯なので、通信にはほぼ影響することはないと思うんですが。ただ、そこで照明器具からものすごいノイズが出ていて、そのノイズが電波として放出されているだけじゃなくて、最終的には大元の基幹の電源系統にもぶら下がっているんで、電源ケーブルを経由して、実際に無線機器以外のいろんな機器へもキロヘルツオーダーのノイズが回っていく。その回ってきたノイズによって、その機器の電源回路に誤動作が起こったりする。そういうことは起こり得ることです。

電磁妨害の規制基準

市川：今の機械ってデジタルで制御しているので、周波数が 0 から無限大までザーッと出ているのが多いんですよね。

宗形：これも一概にはいえないところがあるんですよね。

市川：そうすると、LED 機器は家にもあるわけだし、舞台にも出てきているし、携帯電話も切っても切り離せない状況という中で、共存していかなきゃならない。舞台の上でもね。ということになってくるとどういう形が望ましいのでしょうか。

簡単には結論は出て来ないと思いますが、例えば LED 照明などはなるべくノイズの出にくい機器を選ぶとしても、例えばそれから離れる。昔だと、例えば

音響の立場でいうと、照明の電源と一緒にマイクコードを這わさないとか、昔は SCR の調光ノイズは必ずのったので、それらから離すことで少しは軽減される、あるいはどうしても交わる場合はなるべく直角に交わるようにするとかの対策が必要ですが、LED 機器の場合は距離を取るというのが一番いいんでしょうか。

石川：電波は距離の二乗に反比例して小さくなりますから、ちょっと離すとどんどん減りますけど、ワイヤレスマイクの立場から言いますと出るのを止めてくれというのが本来の姿ですよね。EMI（電磁妨害）の規制というのはプロが使う産業機器にも適応されるんですか？その割にはノイズは出てるんですよね。

宗形：基本的には、全部に適応されます。規制自体は国が音頭をとって作っている。その規制自体も元は産業界からの要望だったりする。

例えば照明器具ですと、50 か 60Hz の電源を使っていますから、調光器を使っていると 4 次くらいまでの高調波がものすごく出るんですね。そういった事情があって、ある一定の基準をクリアしないといけないよと言ったときに、照明器具の産業界から「これじゃ、とてもクリアできないよ」「照明として動作させるためには、これはやむを得ないものだよ」という理由で規制が変わっていくことはあるんですね。

つまり、国が出してる方針が完璧に安全を保証するとは、一概には言えない。照明器具にとってはいいけど、世の中のすべての機器に影響がないということを保証しているわけではない。そういう意味では、実際に規制をクリアしている機器でも、異常が出たり電波妨害を受けてしまったりすることは起こり得るんですね。

携帯抑止装置の導入は

市川：そういうノイズに関しては抑止装置は有効ではないですよ。すべてに対して有効な装置はできませんか。

滝川：技術的にはできると思います。ただ、許可の問題ですね。何でもかんでも抑止していいですよという許可が下りない。場所の問題とか、使用目的の問題とか。やろうと思えば基本的には出来るんですが、なかなか国の許可が下りないという現状があります。

質問) E氏：滝川さんに。実は自分のいる10年前に出来た会館は抑止装置があったんですが、今は使っていないんです。携帯電話が新しくなる毎にその周波数に合わせて抑止装置のユニットをどんどん足していかなきゃいけない。そのユニットが30万円位して、とても会館としてはとても負担してられないということで、使用しなくなってしまったんですが。

滝川：私どもとしましては、当初、こんなに携帯電話の周波数が増えるとは思ってなかったから、機器はお売りしていたんですね。そこで次から次に新しいのが携帯が出たので予算をくださいと言ってたら、NHKホールさんはじめ、全国の導入してくれた会館さんから怒られまして。そこで何とかしなきゃならんということで、今、レンタル方式に変えさせていただいております。さいたまも最初は買っていた経緯があるんですが、今はレンタル方式で、「この金額だけください。あとは周波数が増えようが全部面倒見ます。あと電波利用料は税金なのでこれだけは払ってください」というやり方をしています。NHKホール、国立劇場、サントリーホールなど、今おつきあいをしていただいているところではレンタル方式に変えていただいておりますので、一度ご提案をさせていただければと思います。

この携帯抑止は、犯罪を押さえる方面でも導入したいと警察庁さんからのご要望がございまして、具体的には東京都の運転免許試験場では試験中は全部圏外になります。携帯電話を通してカンニング事件がございました。運転免許を取ると自分の証明書になるから銀行口座が開ける。銀行口座が、マネーロンダリングで使われるために非常に高値で売れるんで、悪いことをする。それに日本語も標識もわからない人が、原付バイクを乗り回していたら危ないですよ。そういうわけで神奈川もまもなく圏外になります。ほかに国の機関でも使用が多くなってきております。

ワイヤレスマイクの購入時の注意とB帯の今後

質問) F氏：今の電波状況が大変だというのは私も勉強不足で、難しい話も出ましたが、いろいろありがとうございました。ただ舞台上でワイヤレスマイクは必須のもので、必ずどこの会館でも使っているものです。私は舞台進行なんですが、周波数の移行は30年くらい前にも大きく変わったので音響さんが大変な思いをしたのを今でも思い出しますが、今回も大きく変わったということで、ワイヤレスマイクを使うにあたって、今の状況化の中でどういう購入の

仕方が、そしてどういう形でそれを使っていくのがいいのかを教えていただけるとありがたいです。

石川：日本テックトラストは、ゼネラル通商が解散した時にお客様から「どうしてくれるんだ。」と言われて、サポートをメインで立ち上げた会社というのが本当のところですよ。だから、サポートがちゃんとしているところから買うというのが一番重要なところですよ。

製品自体はいいものがあるのは当然のことなんですが、アフターフォローがないと何か起こったときに、対処できないんじゃないかと思います。ワイヤレスマイクや無線のことはそう簡単にわかることじゃないんで、生半可なことでやるとトラブルが起こると思います。

質問) F氏：B帯の不安定さを滝川さんから聞いて、ちょっと怖いなと思ったんですが、B帯の将来としてはやはり、抑止装置のないところで使うというのは怖い状況になってくるということなんですか。

石川：私の意見としては、今のB帯はそういうことを考えないで作っているので、周波数移行が済んで新しい携帯電話が出たら駄目なものが出てくるかもしれないですが、メーカーさんも、フィルターを強化して出してくると思います。そうすれば、B帯もまた使えると思います。買い替えなければならないかもしれないということですよ。

滝川：B帯はもともとはガードバンドで、「総務省としてお勧めして使えるような帯域ではない。税金はいりませんが、100%ノイズが入ります。使いたいんだったら、どうぞ、」というところなので、基本的には残っていくと思うんですね。ただメーカーは、移行した新しい周波数のものはどんどん出してくると思いますが、B帯が新しく生産されるかということその辺はどうなんですか。

石川：B帯の台数は桁が違うので、メーカーは対応すると思いますよ。値段的にも安いのを出さなきゃならないし。

市川：可能性としては、総務省もパブリックコメントとして「B帯はお互いに影響を及ぼすことを危惧する」ということをホームページにも載せているみた

いなので、B帯の将来は今の上まではきついだろうなど。それで、石川さんがおっしゃるように何か対策をしたものが出てくる方向ではないかなとは思いますが、

滝川：私どもの見解としましては、出力を上げないことには、いくらフィルタを使ってもかぶってきますので、技術的には難しいかなという見解です。携帯電話の250mWに勝るものと、ワイヤレスマイクは50mWほど出ないと現状の10mWではなかなか難しい。フィルター以前の問題になってくると思いますが。新しい1.2GHz帯まで追ってくると安定してると思うんですが。

市川：そうすると、2.4 GHz帯とか1.9 GHz帯のワイヤレスの方がまだいいんでしょうか。1.2 GHz帯をテストした時も飛びの問題が一番大きくて、音響家の方は1.2 GHz帯は使えないよって話が出てましたよね。現状としては、使える1.2 GHz帯のワイヤレスマイクも結局、アンテナでカバーしてる。普通は2本のアンテナで済むところが6本くらい置かないと使えない。

石川：私たちはそんな怖いことはできませんので。

さいたま) 山海：さいたままで抑止装置を入れたのは公演中に着信音が鳴るといいうのを防ぐために、音の問題で導入したんですが、今、ノイズに対しても有効な部分があるとわかった。でも、袖にいるスタッフが持っている携帯からも影響が出るということもわかったので、我々は舞台近辺での携帯電話のルールを作った方がいいのかを含めて検討しようと思うんですが。新国立劇場では抑止装置は導入されてなくて、お客さんにマナーを徹底されていると思いますが、スタッフには舞台への持ち込みを制限されているとか、何かルールは作られていますか。

新国) 伊藤：私も抑止装置は着信の防止がメインだと思ってましたので、うちは3つ劇場があるんですが、例えば小劇場では必ず電源を切ってくださいというのは場内係が舞台の前に来て必ず公演前に言うとかして、モラル的に押さえることでやっています。ただ今日の話聞いてノイズに絡むとなると、どこまで検討しなければいけないのかを考えなければいけないんですが、現状はそんな感じです。

市川：ありがとうございました。予定の時間も過ぎてますので、これで舞台技術フォーラムを終わりにしたいと思います。

編集責任者：(公財) 埼玉県芸術文化振興財団劇場部 山海隆弘