

マスキングノイズ・システム

業務に集中するためのオフィスサウンド・システム

他人の話し声や電話での会話（有意騒音）を本人が気にならない程度までに和らげる効果を得るために、擬似環境騒音を音響装置によって発生させ他の会話騒音等を気にならないようにする音響システム。ただしマスキングノイズ・システムは迷惑対称の騒音を減衰させるものではなく、いわば半アクティブ遮音効果システムである。

- **隣接する打ち合わせ室の会話明瞭度を阻止する**

隣の部屋で打ち合わせされている対抗会社の見積り金額が気にならないので打ち合わせがスムーズに進む

- **遠くで交わされている会話、電話での話し声を阻止する**

聞きたくない話を聞く必要がないため、作業能率の向上がはかれる

- **堅牢な固定間仕切りを必要としない**

間仕切りを簡易化できるので、組織変更に柔軟に対応する融通性あるオフィスレイアウトができ、建設費のコストダウンができる

- **サウンドシステムが露出しない**

照明器具、空調ダクト位置を気にせず必要な場所にスピーカシステムを配置できる

高速通信回線を始めとする新しい機能を備えたインテリジェントビルが各地に建設されていますが、オフィスの形状が開放的(オープンプランニング・オフィス)になるとともに遮音に対しても一層の配慮がなされるようになり、オフィスでも静寂な環境を確保できるようになりました。その結果、サウンドの伝達が良くなって離れた場所での会話や電話での話し声が聞こえてくるようになり、そこで働いている人々が聞きたく

ない話しの内容まで聞こえてしまい、仕事の能率が下がってしまうという不都合を生み出してしまいました。

そのようなインテリジェント・オフィスで使用されるマスキングノイズシステムは、サウンドシステムを使用して“耳に蓋をしてしまう”システムで、米国のインテリジェントオフィスの 40%以上に採用されており、新世代のオフィスには不可欠なものとなっています。

序論

オープンプランニング・オフィス、その設計に不可欠な要素である意匠的な見栄えの良さだけでなく、マスキングノイズシステムがオフィスの融通性を向上させ、作業効率を改善しそして

そこで働く人々が気にいってくれるという点でその評判をかせいできました。音響コンサルタントはマスキングノイズシステムを設計して施工するのに必要な監督をし、最終調整において

専門的な意見を述べるということでその仕事に対する評価を与えられてきました。それらの評価は多くの失敗をした力作の中から苦しんで得られたものなのです。長年にわたって低下してしまったオフィスでの生産性はなお一層下がりがつあり、今までのオフィス形態ではその生産性は将来にわたっても衰え続けることでしょう。このままではビジネスの収益性といった面

で今まで以上に大きな重圧となるので、オープンプランニング・オフィスは良い仕事をする上で一般的に受け入れられる方法の活性剤の一つとなることでしょう。ここではマスキングノイズシステムの基本技術の概要を述べ、音響コンサルタントか音響施工会社によってなされた設計方法を理解したいと思っている施主のための良い手引きとなればよいと思います。

話し声が聞こえてくる経路

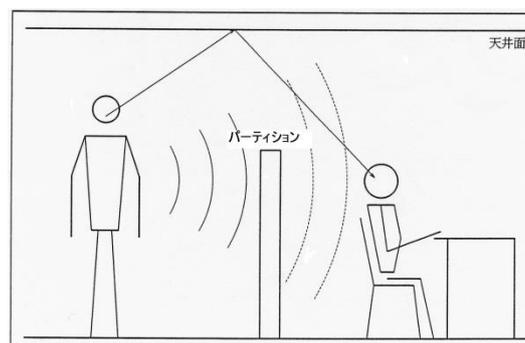
話し声は直接放射される音響成分により、机から机の間をいとも簡単に伝達していきます。話し手の顔が向いている方向がとても重要であり、従業員がどちらを向くかということを見晴らしが良いオフィスを設計する場合には考えに入れなくてはなりません。机が2箇所しかなければ、互いに背中を向けて顔を合わせないようにすれば話し手の音圧レベルを数デシベル減らすことができます。同じ部屋に3箇所以上のワークステーションがある場合には、お互いに背合わせにすることはできないので、机が一番近い他の机に座っている同士が顔を合わせないように配置すべきなのです。

今まではオフィスで机から机へ音が直接伝わるのを防ぐために遮音板(パーティション)が取り入れられてきました。しかしながら、ある場所から出てくる話し声の音圧レベルを隣接する場所で気にならなくなる音圧レベルになるまで減衰させようとする、パーティションだけでかなりの重量となってしまいます。

話し声はパーティションを回りこんだり跳び超えたりするように迂回します。

もしパーティションが天井まで届いていない場合には話し声は天井で跳ね返ってきます。

この反射を無くすために吸音処理がほどこされた天井材が取り付けられることが望ましく、その吸音力が大きい方が良い結果を生み出してくれます。不運にも吸音された天井材料を使用したとしても、天井面に蛍光灯を覆う大きな透明レンズがついた照明器具が使用されることにより、その吸音効果はかなり失われています。もしこれらの照明器具がパーティションの真上に設置されている場合には、それらの器具は強力な音響反射体となってしまうパーティションが全く役立たなくなってしまうために、ワークステーション間の遮音は全く不可能になってしまいます。吸音性が確保できない状態になった後で、その問題を修正する技術などありませ



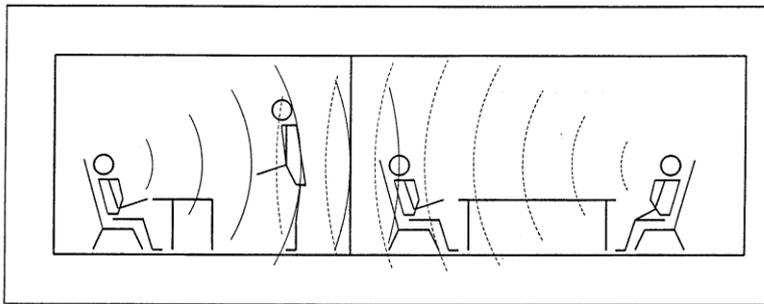
ん。今日のオフィス設計者達は、とても高い天井にある固定物に取り付けた全体を照らす照明器具や、机やパーティションに作りつけた照明器具の組み合わせを以前より多く使用するようにな

っています。それでも良いことは、均一に反射する天井の影響を避けて周辺を明るくできるように仕事をする範囲を直接照らすことができるように、照明取り付け機構が付いた家具と一体になっていて一斉に照度を上げたり下げたりすることができるシステムを使うことができるよう

になっています。

天井に設置された器具と同じようにオフィス家具は水平方向の反射経路を作り出してしまいます。ファイリングキャビネットは反射を作り出すという点では一番はっきりとした反射体です。天井の照明器具だけでなく床に立っている大きな家具による反射もパーティションを置く位置を決める時に考えておかななくてはなりません。

役員室、会議室、応接室



会社の組織が活性化されていくにつれてオフィスのレイアウトを変更する機会が多くなってきました。またパーティション機器の発達により簡単に間仕切りを変更することができます。

重役室、会議室、応接室ではBGMや環境音楽といった有意騒音を流しておくこともできませんでした。

またパーティションがどのように発達しても物

オフィスの設計が始まる時がスピーチのマスクングをするためのノイズ発生システムを検討する好期です。家具の種類や配置のせいでマスクングノイズシステムがうまく働かないオフィスに設置しようとししないで下さい。その利点によりうまくいくはずであった多くのマスクングノイズシステムが上記の理由により正確に設計ができなかったため失敗してしまいました。

理的な遮音を完璧にとることは不可能で、もし仮に完全な遮音特性をとることができたとしても重量の増加をまねくこととなり高層ビルにおいては基礎構造から対策をしなければならず建築費用

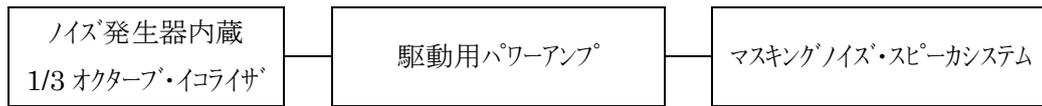
の増大をまねくことになります。

マスクングノイズシステムは間仕切りを動かしたり、パーティションを移動したりするという要素を含んだオフィスシステムにも十分対応することが可能ですし、マスクングノイズシステムを使って電氣的に遮音をはかる相対費用は建築費用と比較してもはるかに安上がりとなることはいうまでもありません。

ノイズシステム

多くの年月における経験から、欧米各国ではNC曲線に類似した周波数特性を持った環境ノイズがスピーチをマスクングするのに最も効果的であることがわかってきました。各周波数に関連したレベルが重要であるだけでなく、 $20\mu\text{Pa}$ を基準とした絶対レベルも重要となります。1kHzでの音圧レベルが35dB SPL以下となる場合には、マスクングノイズシステムが設置されている天井面の下で働いている誰にも

マスクングノイズシステムが動作していることがわからないはずですが、1kHzでの音圧レベルが45dB SPL以上となってしまう場合には、マスクングノイズシステムが設置されている天井面の下で働いているほとんど全ての人がマスクングノイズシステムから出てくる信号音により好ましくないうるささ感じ、それが疲労感となって現れてしまいます。



マスキングノイズシステムの基本的なシステム回路図

マスキングノイズシステムの伝送周波数特性は事務所全体に対してできるかぎり精度良くかつより均一にとられるべきなのです。普通マスキングノイズ・システムに使用する周波数特性の低帯域特性は、空調システムやオフィス機器からの騒音として既に存在しているものによく似ています。

もしこの周波数特性の低帯域部分が既に既存の環境騒音より大きくなっている場合にはそれ以外の周波数帯域を吊り合うように上げてはいけません。むしろ一番低い帯域に現れる曲線を持ち上げるように電氣的音響特性を調整してください。

マスキングノイズシステムの効果を最大限に発揮するために、マスキングノイズシステムは全ての人々が出社する時には動作していなければなりませんし、もちろん就業時間中には連続して動作していなければなりません。そして誰かが建物の中にいる限り連続動作する必要があります。ですからマスキングノイズシステムを必要とする場所だけでなく、建物全体(廊下、トイレ、洗面所、エントランスホール、エレベータホール)にも設置する必要があります。

マスキングノイズシステムは、通常は一晚中動作状態にしておかれています。そして四六時中動作状態にあることが良い効果を発揮する習慣となるのです。したがってマスキングノイズシステムに使用する機器は、24 時間駆動に対応できる業務用としての

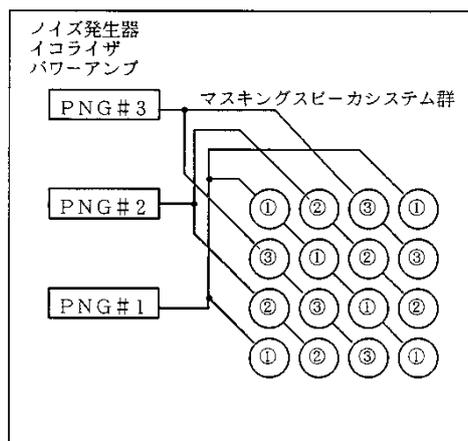
信頼性を備えた機器を使用する必要があります。もし電気システムに使われている個々の機器が壊れてもマスキングノイズシステムが最小限のダメージで済むような自動運転システム(バックアップシステム)を備えるべきです。自動的にバックアップするようにきちんと予備機器を配置して壊れたパワーアンプを自動的に切り替えるようなフェール・トゥ・セーフの考え方をサウンドシステムに導入することが必要となります。

マスキングノイズシステムの電力系統が壊れた時でも働き続けることを期待されるべきであるという幾つかの議論があります。しかるにそれらはそのように作られるべきだという議論もありますが、自動的に音も立てずにかつ瞬時にバッテリー駆動に切り替えることができる対策も必要とされます。完全にうまく動作しているシステムは大部分のマスキングノイズシステム施工

例であまり日常の存在感がないと主張できるくらいに動作する機器の信頼性が必要なのです。身近な現場で 15 分以内に電源故障が復帰できる対策が必要です。(もしマスキングノイズシステムの故障がこれ以上長く続いたら事務所はおそらく一日

閉鎖することになります。)

これに関連して、マスキングノイズシステムへの電源は他のどのような回路とも共通しないサーキットブレーカキャビネットを通すのが賢いやり方となります。電気技術者は日常の手順



通りに、マスキングノイズシステムが接続されているかを見るためにスイッチを切ったり入れたりするからです。電源の入り切りをしてしまったためにデータやワードプロセッサの年間の貨幣価値も途方もない量になります。

マスキングノイズを発生するには複数のピンクノイズ・ゼネレータを用意するのが賢い方法です。ピンクノイズゼネレータは交互の列か対角線上にあるスピーカーに接続されます。ゼネレータを複数設置することにより部屋一面により均一にランダムに放射されたサウンドフィールドを作り出します。また各ゼネレータの特性のばらつき、またはイコライゼーションによって作り出された周波数特性のばらつきはゼネレ

ータが故障してしまった状態と比較してそれほど重要な問題とはなりません。私たちとしては4個のスピーカーを使用した四角形の群毎に3つの異なるノイズ信号を含むように結線された3台のノイズゼネレータを使うことを強くお勧めします。そして同じ信号が対角線状に分離されたスピーカーのみから出てくるようにします。このシステムを実行する簡単な方法は上の図に示されています。この手法はとても良く性能を発揮するだけでなく、完全なバックアップシステムとなっており、多少の周波数特性のでこぼこも許容できるようになっています。そして複数のパワーアンプをある程度多く使用しても、全体のシステムではほんのわずかなコストの増加となるだけです。

マスキングノイズシステムに使うスピーカシステムの正しい設計方法と設置位置

マスキングノイズ・スピーカシステム

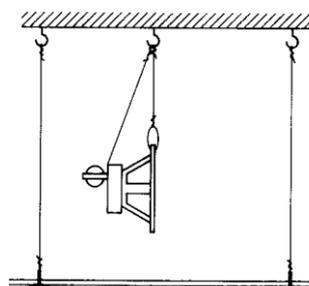
マスキングノイズ・スピーカシステムを吊す方法として基本的に3種類の方法があります。

第一の方法として、マスキングノイズ・スピーカシステムはページング(呼び出し)とか BGM用のスピーカーで施工されるのと全く同じように金属製の箱に組み込まれ下向きにして天井に取り付けられます。天井ボードの表面にスピーカパネルが出てきます。

第二の方法として、マスキングノイズ・スピーカシステムの向きを多少変えて多面体のエンクロージャーに組み込んで遮音パネルの一番上に置かれることもあります。しかしこの方法はサウンドマスキングをする上でうまく機能が発揮しないためにめったに使われません。この二つの方法ですとオフィス一面にノイズレベルを均一にするのに驚くほど多くのスピーカシステムを使わなくてはいけません。またスピーカシステムが露出していると、マスキングノイズ・

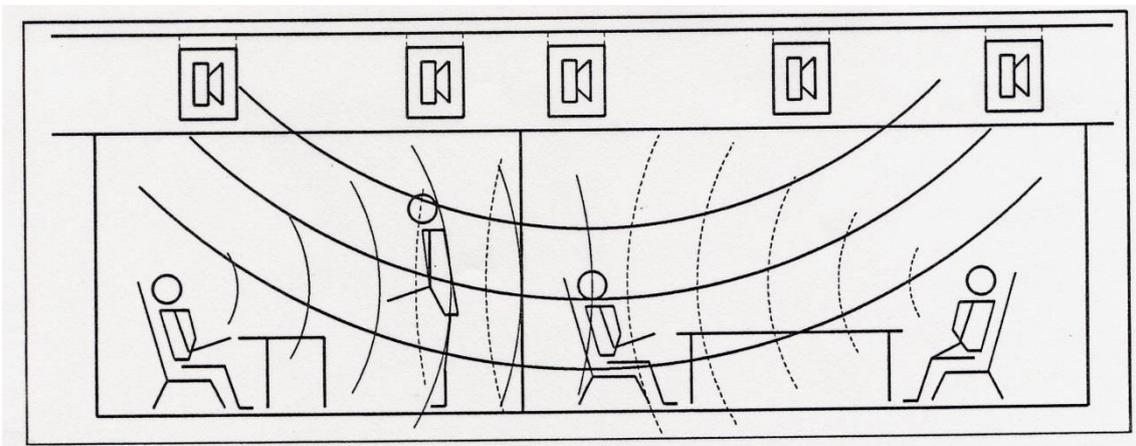
スピーカシステムを見つけた人がそれに近づいて音を聞こうとするので、それによってオフィスにマスキングノイズシステムが存在しているのがわかってしまうのです。マスキングノイズ・スピーカシステムを使用しているとわかると、そこで働いている人々の組織的な反抗を導き出してしまうことがときたまあります。そして貴重な時間が生産的な仕事をするより請願とか覚書を作ることに消費してしまうこととなります。

非常に好ましい三番目の方法というのは、マスキングノイズ・スピーカシステムを建築本体と吊り天井との間にひもで吊ることです。このような設置方法をとることにより



マスキングノイズ・スピーカシステムは目につかなくなり、その上触ったり近づいたりできなくなります。マスキングノイズ・スピーカシステムから発生したノイズは、吊り天井ボードを通すことによって周波数特性的にはフィルター落ちしているに違いないのですが、最終的な音圧は非常に低く設定しますのでこのことはさほど大きな問題ではないのです。その上、天井ボード自身が振動をしてノイズを混ぜ合わせるのを助けてくれますのでオフィス一面により均等なノイズ

を拡散します。追加の費用や諸掛り露出した場合のスピーカシステムに衣装的な配慮をする必要性がなくなるため他の設計方法と比べてはるかに少なくなります。ただし一度施工してしまうとその存在すらも忘れてしまうことになりますので、スピーカシステムの端子部に埃が溜まって火災の原因とならないように、金属製ケースで覆うか端子カバーをつけるかの対策を忘れないで下さい。またスピーカシステムの点検口は必ず確保しておいてください。

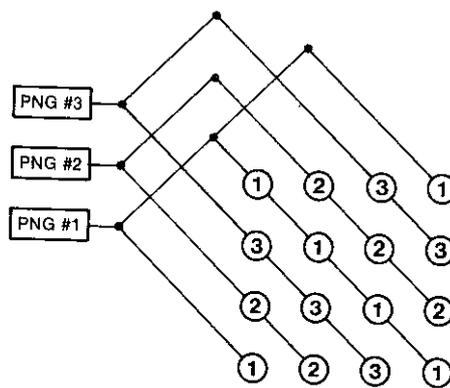


マスキングノイズ・スピーカシステムの数量

マスキングノイズ・スピーカシステムをどの程度離して設置すればいいのでしょうか。はっきりとした決まりは全くありませんが経験することが一番有効な方法なのです。ごくまれに 8 フィート(約 2.5 ㍎)以内に 1 台の割合で設置する必要があります。または最大 20 フィート(約 6 ㍎)以上離して設置することもあります。その選択幅は天井パネルの伝達損失、天井ボードと建築本体空間の深さ、天井内部空間での有効容積(照明器具、空調ダクト、電気配管等)そ

して作業空間の大きさによって違ってきます。

天井ボードの音響的な透過特性が大きい場合には、聞き手がいる場所におけるノイズの均一性を確保するためにマスキングノイズ・スピーカシステムをもっと密にして設置しなければなりません。天井タイルの伝達損失が大きくなればなるだけマスキングノイズ・スピーカシステムの設置間隔をもっと離すことができます。(勿論空間においてマスキングノイズシステムの効果を確保する音圧を出すためにスピーカシステムの数量が充分であるかということに



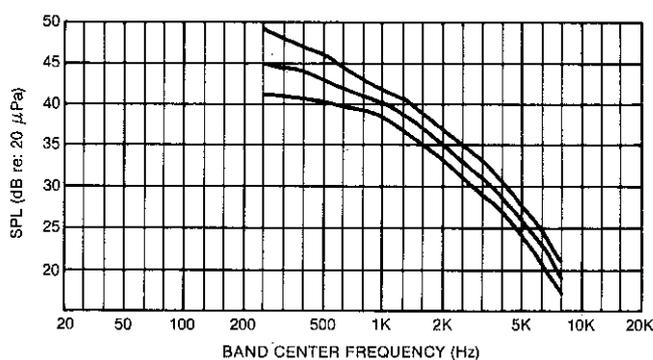
についても考えておかななくてはなりません。)天井の高さが低い場合には、ノイズレベルの均等性を確保するために必要なスピーカシステムの数量が増えることになります。(勿論各マスキングノイズ・スピーカシステムをその真下にある天井ボードにもっと近づけることになるでしょう。)もっと多くのマスキングノイズ・スピーカシステムを使用することでその下にある空間でのデッドスポットをもっと少なくします。天井の下にある遮音板で囲まれた空間がもっと小さくなり、遮音板の最上部と天井との間の距離がもっと小さくなるほど、より多くのマスキングノイズ・スピーカシステムが必要となります。(できれば三群のノイズ信号で最低でも一つの区画をカバーできるように、それぞれの仕事空間においてできる限り多くのマスキングノイズ・スピーカシステムからのノイズが聞こえるようにするべきなのです。)

天井空間の中に障害物がある場所においてその障害物をマスキングノイズ・スピーカシステムを取り付けるためには、右図のような四角形

配列による配置方法を参照して決めてください。一群のマスキングノイズ・スピーカシステムを設置するのに必要な面積は既に計算されています。前に見たようにマスキングノイズ・スピーカシステムが対角線上で結線されていたのを思い出して下さい。マスキングノイズシステムが天井ボードを張ってしまった後で取り付けられるのであれば、移動しなくてはならないパネルの数を減らすために四角形配列で吊られているスピーカシステム群の方向を45度回転するのも良い方法です。

廊下とか洗面所を含めたすべての場所にマスキングノイズシステムを取り付けるのが良い考えです。その結果ビル内にいる働き手は勤務時間中に多くの回数マスキングノイズシステムが動作している空間の中を出たり入ったりすることがなくなることになります。これらの区域は普通とても小さい面積なので各ノイズ信号のチャンネルから位置系統の信号系統だけを使えばよく、マスキングノイズ・スピーカシステムの配置はこだわらなくてもよいものなのです。

マスキングノイズシステムに使う信号



オフィスに発生している騒音よりも0.5dBから2.0dB 大きなノイズ信号が仕事をする耳の位置で聞こえるように調整をします。周波数特性はNC曲線に合わせると良いとほとんどの教科書に書いてありますが、実際に数箇所でもマスキングノイズシステムを設置して調整してみると

その通りにはいかない事例を経験することになります。左の図がマスキングノイズシステムに使う標準的なノイズ信号の周波数特性と音圧レベルとなります。

設置する空間内に数人のモニターをお願いして、毎日(誰もいない夜中)0.1dB ずつノイズレベルを上げていき、モニターからうるさいというクレーム

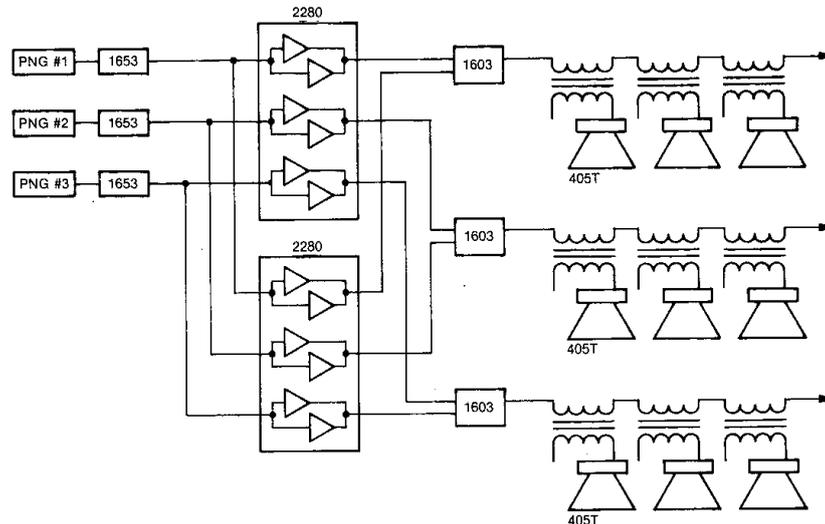
が出たらその前のレベルに戻して調整が完了することになります。マスキングノイズシステムを設置する前の騒音レベルの調査、設置した後の調整に少なくともそれぞれ1週間の時間を確保することが必要です。

まとめ

この短い文章だけでマスキングノイズシステムの全てを理解するのは難しいことでしょう。この文章ではマスキングノイズシステムを効果的に動作させる上で処理されなければならない重要な項目の多くを掲載しています。世界中で様々なマスキングノイズシステム用の機器が発売されており、その例としてアルテックの機器を使ったブロックダイアグラムが下記に書かれています。オープンプランニングオフィス、その機能を最大限に発揮させるマスキングノイズシステムは非常に有効なものという評価を得てきています。マスキングノイズシステムの中に含まれている効果が有る創造的な技術は、

世界中の数千の進歩的なビジネスオフィスに毎日導入されています。

商業空間において音環境に対する取り組み



方は今までほとんどありませんでした。商業空間で時間を過ごしてきた人々は比較的音に対して無頓着なまま過ごしてきましたし、商業空間にサウンドの市場性があるなどと考えた人間も少なかったものと考えます。

株式会社エムアンドエヌは、マスキングノイズシステムを新たなサウンド・ビジネスとして提案いたします。

BGM とマスキングノイズシステム

BGM は最初エレベーターを待つ人を飽きさせないためにエレベーターの前で音楽を再生することから始まりました。

やがてオフィスにおいて仕事の効率を上げる(個人がリラックスをすることを含めて)ためにラジオ等の音源が持ち込まれるようになりましたが、それがかえって騒音を増すことになることと役員室では音楽を流すことができないため、ある特定のノイズを出して他の情報に煩わされないようにしようという設備ができました。これがマスキングノイズシステムです。

店舗のBGMも他のお客様の会話を聞こえなくするという目的がありましたが、現在は店舗の売り上げを上げるための環境づくりという方向に変わりつつあります。

近距離での会話は阻害することなく、関係ない会話には煩わされないという考え方が必要となります。