音が良くならない空間づくり

話者が話しやすくて、空間の中にいる人が聞きやすい空間

高額な音響設備を導入しても、設置する空間の不具合からせっかくの性能を発揮できないことがあります。

静けさの確保ができた空間づくり。

- 騒がしい空間では音源をしっかりと聞き取ることができません。
- 空間の使用目的や音源の種類によって確保しなければならない静けさがあります。
- マイクロホンを使用する音響設備では、マイクロホンは音源だけでなく騒音（暗騒音）まで収音してしまいます。聞きやすさを確保するだけでなく、ハウリングを防止するためにも騒音レベルを低くする必要があります。
- スピーチが使用目的の主となる会議や講演を行う施設では、特に騒音レベルに対する配慮が必要です

良い音になる空間づくり

- 演奏やスピーチの聞き取りを邪魔する《エコー》、《フラッター》、《定在波》、《共振》が起こらない空間づくりが必要です。
- 必要とされる最も小さい音を聞き取ることができる環境を作る必要があります

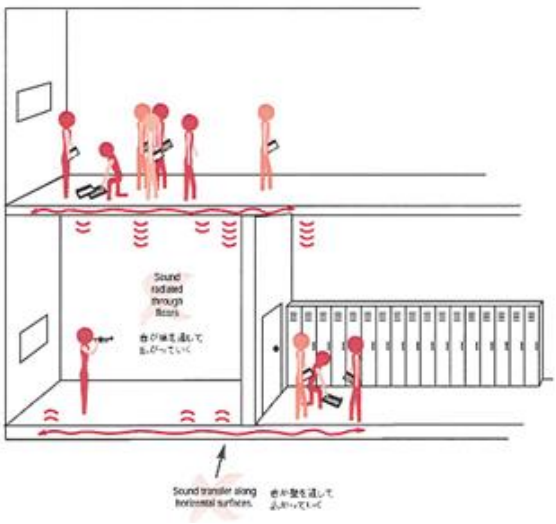
良い響きがある空間づくり

- 音楽演奏とスピーチ再生等の《演目の種類》と《空間の容積》で必要な空間の響き（残響時間）は変わってきます。
- 《存在感》と《飽和感》がある空間づくりが必要です。

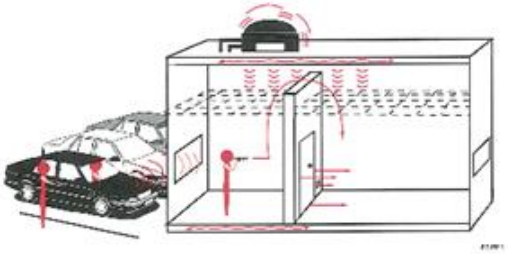
静けさの確保ができない空間づくり

画家が白いキャンバスに絵を描くように、音響プランナーは静けさを求める。

静けさを破るもの



壁、床、天井等から騒音が伝達します。
上の階から床を通して放射される音があります。
水平面に沿って伝達する音もあります。



駐車場に止めた自動車の騒音・
飛行機や自動車そして鉄道（地下鉄を含む）からの騒音
激しい降雨時の雨音

建物に取り付けられた大きな騒音と振動を発生する機器（空調機等）

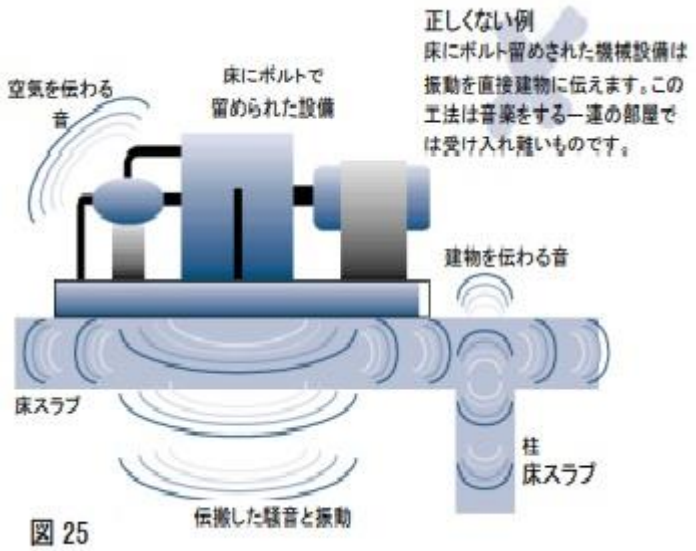
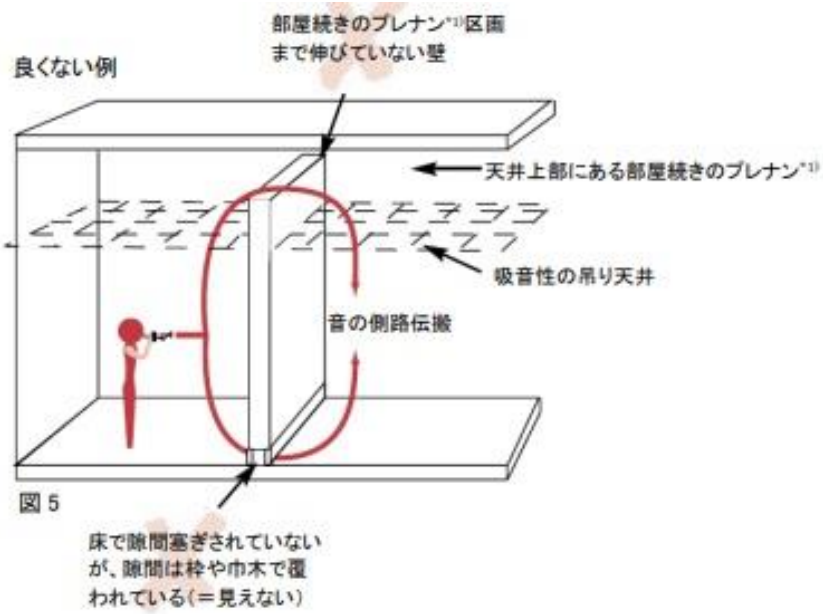


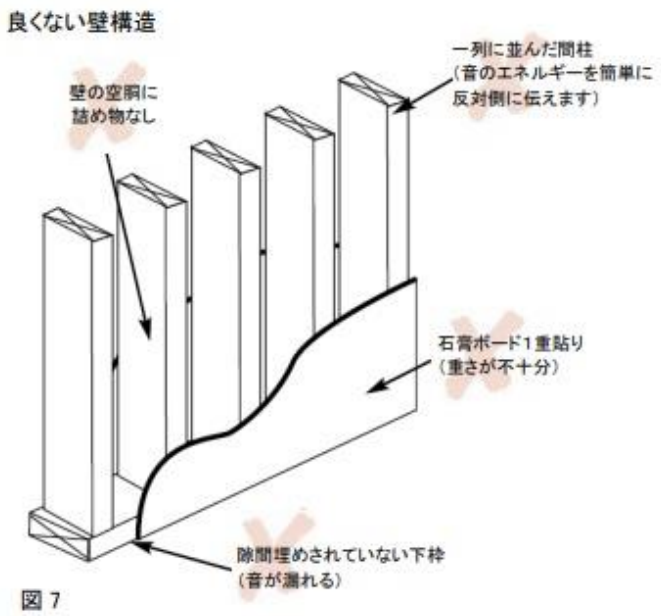
図 25

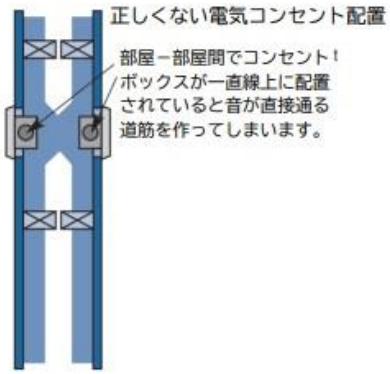
音漏れ



《プレナン》を経由した音漏れ

＊プレナンとは、温めたまたは冷却をした空気を各部屋に送るための天井や床下に設けられた空気だまりのことです。





音漏れ

ドアと空調ダクトの風切り音

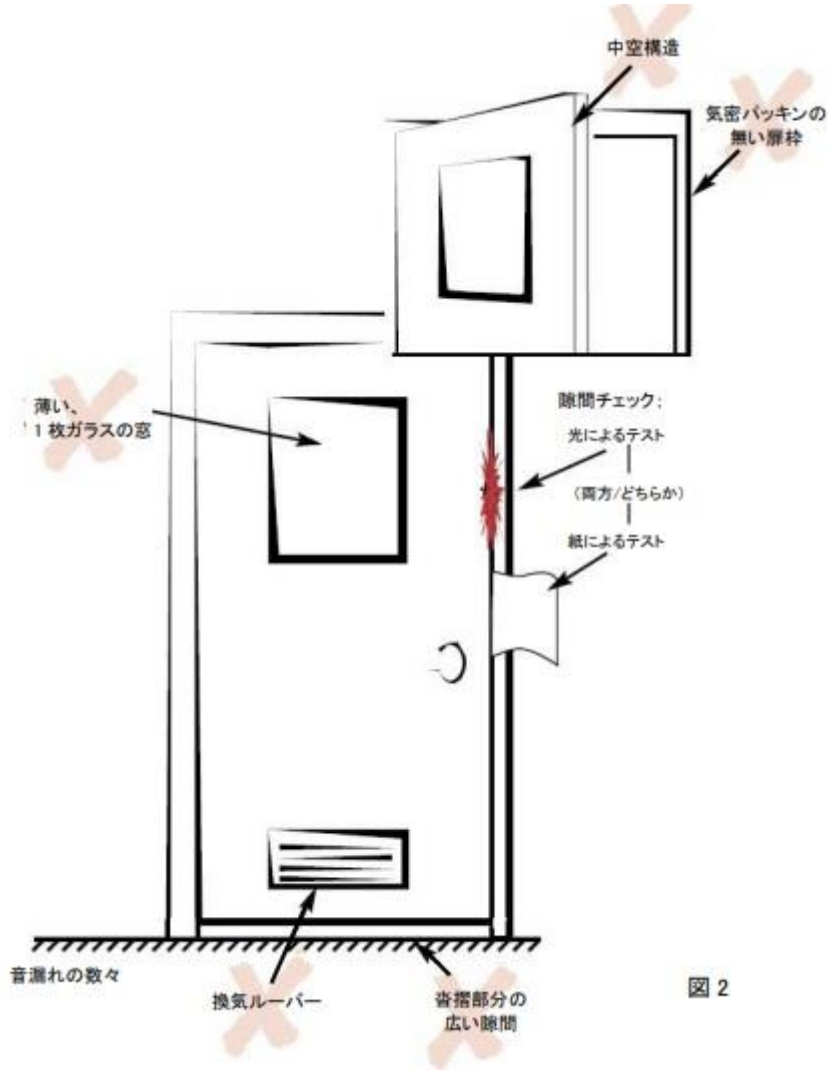


図 2

ドアの隙間は音漏れを起こすだけでなく《風切り音》が発生して非常に不快なものです。

空調ダクトパネルも設計が悪いと風切り音を発生します。

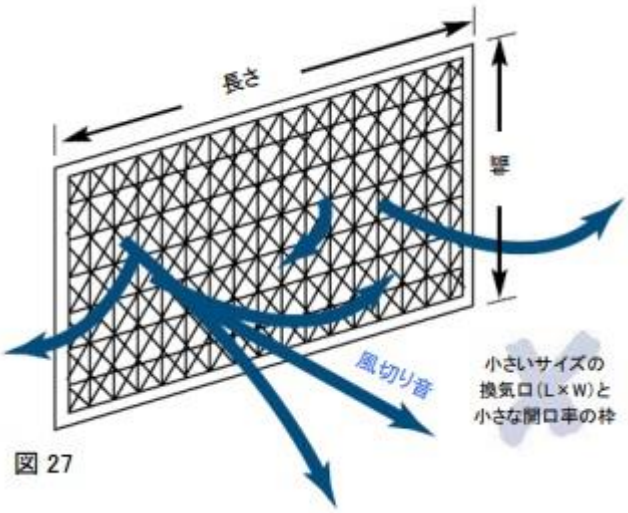
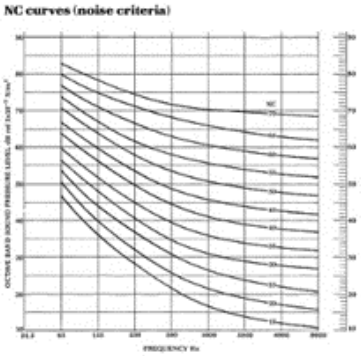


図 27

暗騒音の設計指針

施設の種類	NC/NR 指針	等価 dBA
スタジオと劇場（Studios and Auditoria）		
ラジオ局（ドラマ制作）	15	25
ラジオ局、テレビ局（全般的）		
録音スタジオ	20	30
テレビの公開スタジオ	25	35
コンサートホール、劇場	20・25	30・35
講堂、映画館	25・30	35－40
病院（Hospitals）		
聴力検査室	20・25	30・35
手術室（Operating Theatre）、個室病室	30・35	40・45
相部屋病室、待合室	35	45
廊下、検査室、薬局	35・40	45・50
洗面所、トイレ、調理室	35・45	45・55
スタッフルーム、娯楽室	30・40	45・55
ホテル		
個室、スイート	20・30	30・40
舞踏室、宴会場	30・35	40・45
廊下、ロビー	35・40	45・50
調理場、洗濯室	40・45	50・55
レストラン、商店、アウトレットモール		
レストラン、デパート（上階）	35・40	45・50
ナイトクラブ、パブ、カフェテリア、社員食堂		
アウトレットモール（メインフロア）	40・45	50・55
工業分野		
倉庫、車庫	45・50	55・60
作業場（軽作業）	45・55	55・65
作業場（重作業）	50・65	60・75
都会にある民家		
寝室	25	35
居間	30	40



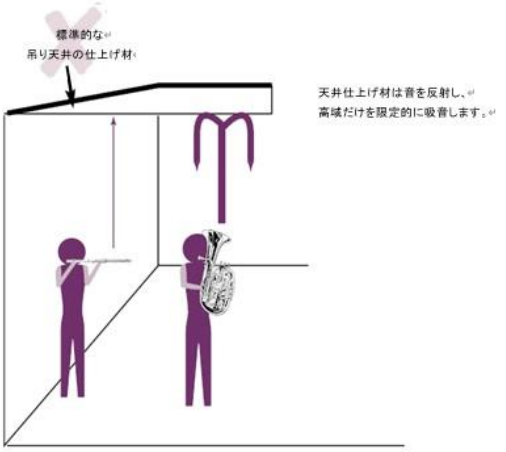
暗騒音レベルの指標測定
NC カーブ

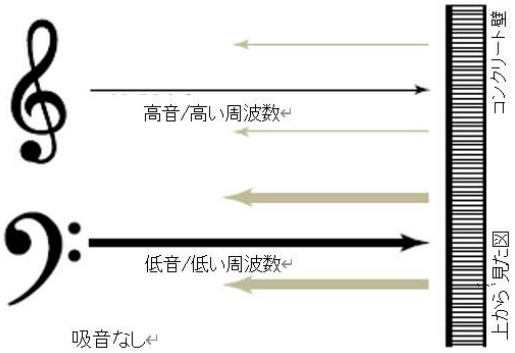
施設の種類	NC/NR 指針	等価 dBA
会社《マスキングノイズシステムの導入も検討》		
役職会議室、大会議室	25・30	35・40
小さな会議室、役員会議室		
応接室	30・35	40・45
開放型（Open Plan）オフィス	35	45
設計室、オペレーション室	35・45	45・55
公共施設		
法廷	25・30	35・40
議場	25・35	35・45
図書館、銀行、郵便局、美術館、博物館	30・35	40・45
洗面所、トイレ	35・45	45・55
屋内プール、スポーツアリーナ	40・50	50・60
自動車整備工場、駐車場	55	65
拝殿、聖堂、本堂、教育施設		
教会	25・30	35・40
教室、講堂	25・35	35・45
研究所、工作室	35・40	45・50
廊下、体育館	35・45	45・55

校正がなされている音圧レベル計を使用し、63Hz,125Hz, 250Hz, 500Hz, 1,000Hz, 2,000Hz, 4,000Hz, 8,0000Hz の騒音レベルを計り、上図の NC Curve グラフに記入していく。
その結果を NC 値で表す。

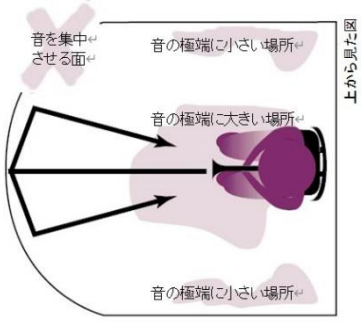
良い音にならない空間づくり

聞きづらい音が発生する原因



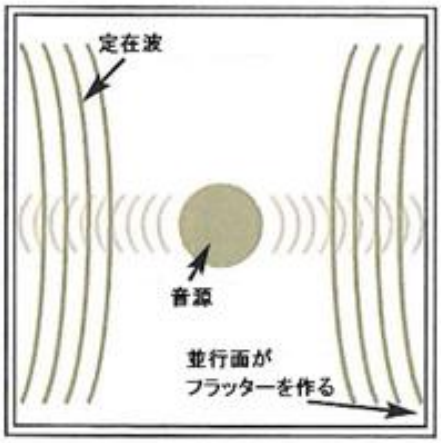


音響処理の不足　　**吸音力の不足**



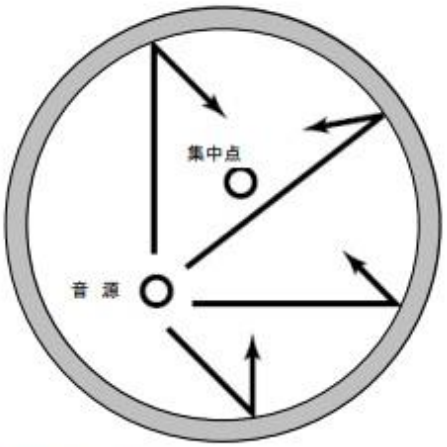
屋内空間の容積は、良し悪しは別にして、室の音響性能に影響を与える唯一の最大の要因です。多くの場合、天井の高さが低いために室容積が不十分になりがちです。屋内空間の容積が適切であると、壁、床、天井からの音の反射をわずかに遅らせるのに十分な大きさの面積を確保できるため、うるさい音を消散させるのに役立ちます。このわずかな遅れによって、人間の耳と心が音に集中することが可能になり、その結果、全周波数帯域の楽音を正確に聞き取ることができるようになります。

室形状による障害

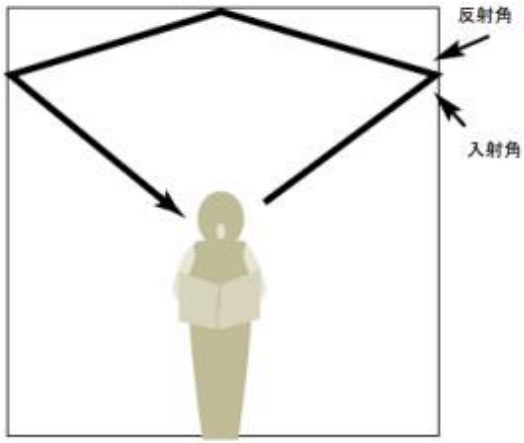


平面図

立面図



平 面（円の形状）

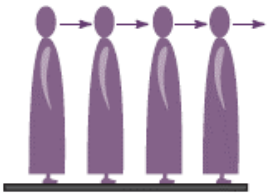


断 面（立方体の部屋）

室形状は室内における音のふるまいに重大な影響を持っています。対策されていない平行な壁はフラッターエコーの原因 になります。”音響的”に見える設計はしばしば問題を起こすことがあります。例えば、凹曲面の天井や壁は”音の焦点”へ音を集中させ ます。その結果、他の場所にいる演奏者は十分な音を聞くことができなくなります。

立方体の形状（長さ、幅、天井高が等しい）をした部屋は、定在波と呼ばれる現象の原因となります。そこでは部屋の寸法と周波数の波長の数値的な相互関係により、低い周波数が強調されます。

音源の配列の不良



一番前の人の音だけが聞こえ、その後ろの人の声（歌）が遮られてしまいます。

せっかく多数の人が歌っても音量が多くなりません。

配慮を欠いた設計例

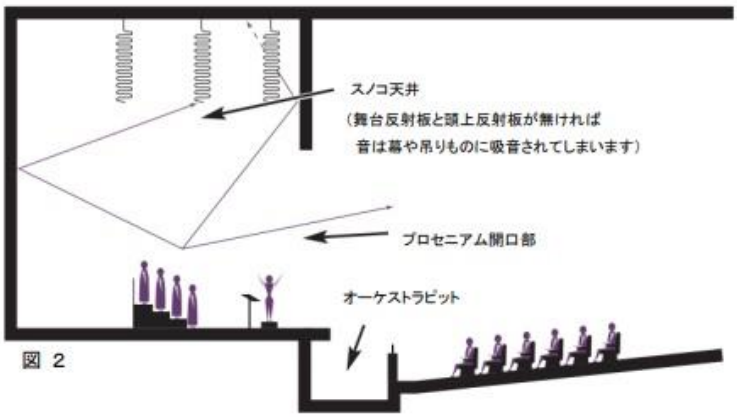


図 2

ほとんどのパーフォーミングアートセンターにおいて、舞台はプロセニアム開口部によって客席と分けられています。この形は演劇には理想的なのですが、音楽演奏にはいくつかの問題を引き起こします。幕、照明、舞台背景が吊られているスノコ 天井の空間は吸音し過ぎるので音響的なトラブルを起こします。

オーケストラピットは困難かつ改善しがいのある演奏場所です。そこには十分な舞台の張り出しがなく、ピット壁 の間が近いため、まともなアンサンブルを行うのは非常に困難です。音響トリートメントがなされていないオーケ ストラピットでは、音が逃げ場を失い、狭苦しい空間の中で増幅してしまいます。

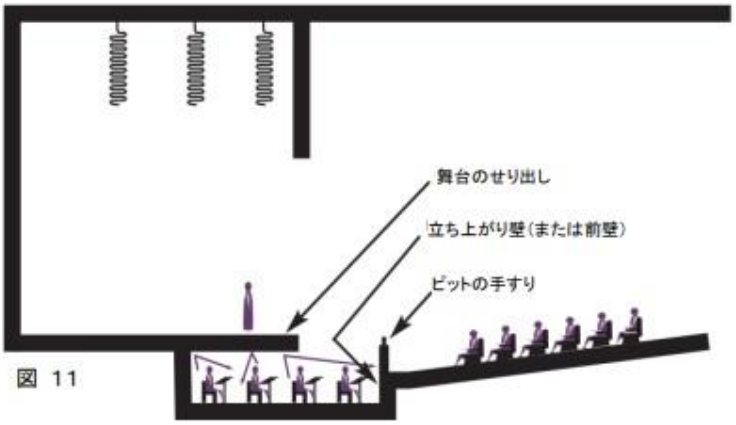


図 11

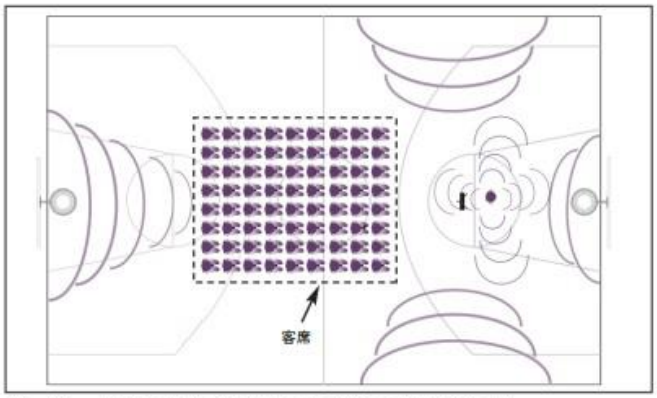
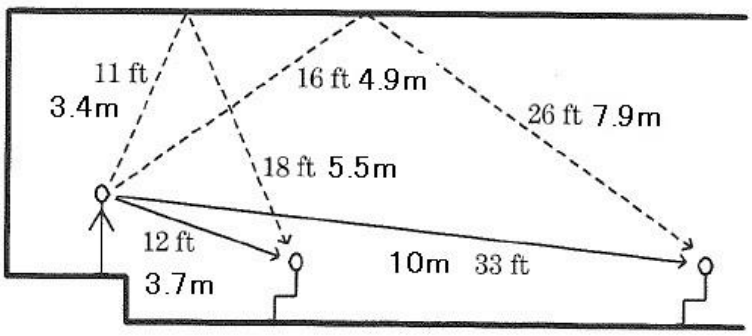


図 25 壁くて音を反射する面と大きな容積が過剰な残響を作り出します

体育館において問題を一層ひどくするのは空間の大きさです。遠くにある壁面や天井面で反射した強くてはっきり分かる反 射音(エコー)が、たった今出た音の初期反射音から長時間遅れて、聴衆と音楽家に戻ってきます。

ぐちゃぐちゃに混ざり合ってはっきり聞こえなくなった音が、演奏者同士のアンサンブルを困難にし、演奏を楽しみにしている聴衆の期待を裏切ってしまいます。

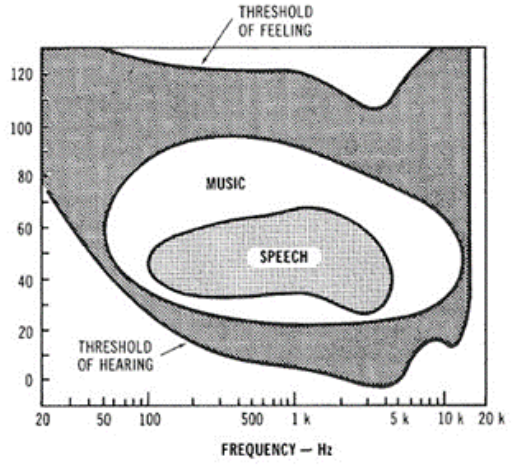
エコーの発生と聞きやすさの条件



話し手と最前列の人間までの距離が3.7m 、反 射 音 の 経 路 距 離 が(3.4+5.5=8.9m) 。距 離 差 は (8.9-3.7=6.2m)。
話し手と最後列の人間までの距離が10m 、反 射 音 の 経 路 距 離 が(4.9+7.9=12.8m)。距離差は(12.8-10=2.8m)。

距離差	時間差	聴取条件
7 m 以下	20 ms 以下	音楽とスピーチには非常に優れている
7 m ~ 10 m	20 ~ 30 ms	音楽とスピーチには良好
10 m ~ 15 m	30 ~ 45 ms	少し不鮮明
15 m ~ 21m	45 ~ 60 ms	不鮮明
21 m 以上	60 ms 以上	粗末

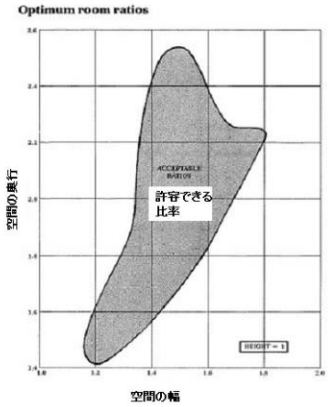
スピーチと音楽の違いと理想的な空間比率



電気音響設備を使わないスピーチと音楽の周波数特性範囲と音圧レベル範囲です。

スピーチを主とする空間と音楽を主とする空間の考え方を変えなければならない理由がわかると思います。

理想的な空間比率(空間の高さを 1 とした場合の幅と奥行きの比率)



空間において、天井の高さに対する幅と奥行きの理想比率があります。

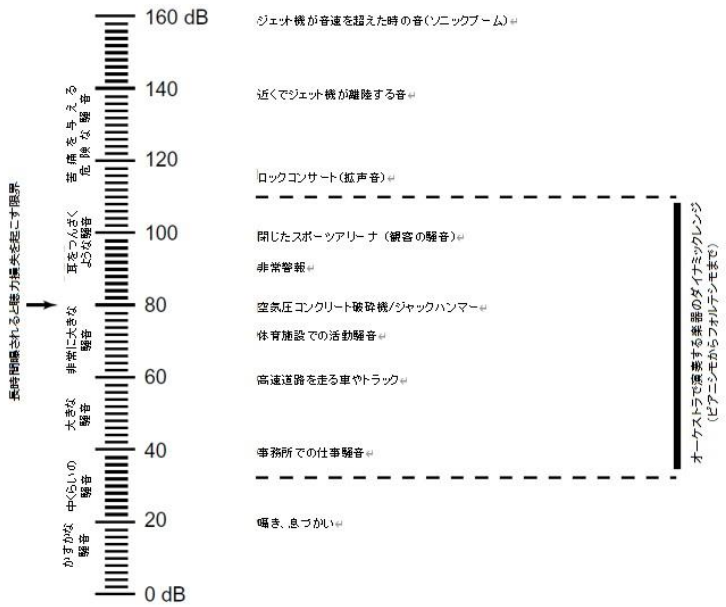
室の黄金比

1.14: 1.39: 1

1.28: 1.54: 1

1.60: 2.33: 1

音源による音の大きさと聴覚の破壊



オーケストラで演奏する楽器のダイナミックレンジ(ピアニシモからフォルテシモまで)

80dB SPL 以上の空間に長時間いると、聴力損失を起こします。

良い響きがない空間づくり

残響時間《室内での音の持続性》は、音楽の性格や質に影響を与えます。残響時間というのは、音が発生してから聞こえなくなるまでの秒数です。室の大きさや空間の内側の吸音特性は、人、椅子、その他の什器が持っている吸音特性と反射特性に影響します。

空間の残響時間というのは、音が 60 dB 減衰するのにかかる時間です。

長すぎる残響時間は、正確な聞き取りと明瞭性を妨げる可能性があります。通常、残響時間は合唱練習室よりも楽器練習室の方がより問題になります。平均的な人間の声は、大多数の楽器よりも音エネルギーが少ないため、合唱練習室では、生成された音が空間に留まってよりよく聞こえるようにするために、残響を追加することが必要になることがよくあります。

理想的には、合唱練習室では、バンドオーケストラ練習室の残響時間が 0.8-1.0 秒であるのに対して、最大 1.3 秒の残響時間を持たせるようにします。残響時間が不十分な練習室では、壁や天井にカーペット、カーテン、または吸音材量が多すぎる可能性があります。小さな空間または天井高が床面から 3 メートルに満たないということに起因する不十分な容積では、十分な残響時間が取れないことがあります。

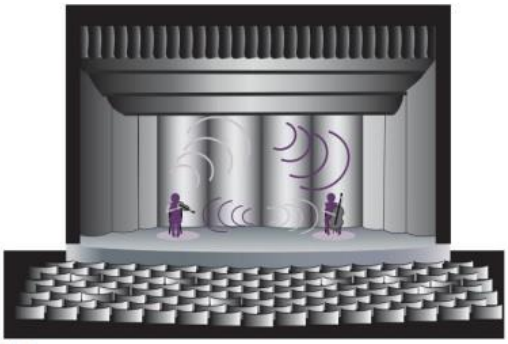
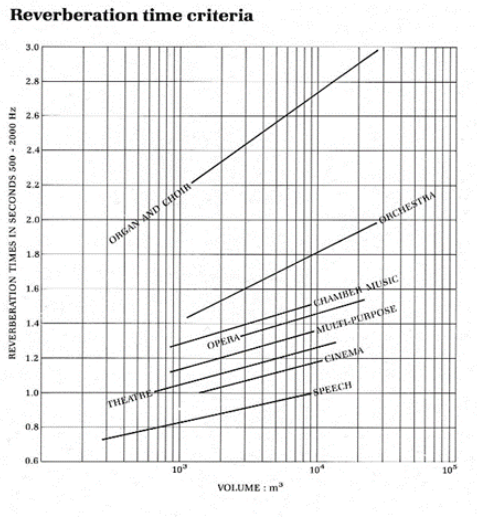


図 7

以下が音源と室容積に対する理想的な残響時間を表しています。



上から

オルガンまたは合唱団、オーケストラ、室内楽、オペラ、多目的空間、劇場（芝居、バレエ）、映画、スピーチ

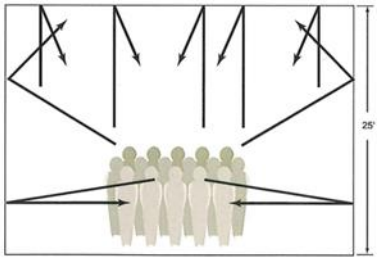
縦軸が 500Hz から 2,000Hz における残響時間(秒)、横軸が空間容積(㎥)

吸音がほとんどない、またはまったくない部屋では、直接音源から聞こえる音と残響音との比率が少なくなるため、サウンドは非常にうるさくなりがちで、演奏音をまともに聞き取ることが難しくなります。過度の残響時間があっても、明瞭な聞き取りに必要な本当にバランスのとれたサウンドが欠けているため、明瞭性を損ないます。

多くの場合、吸音が少ないとフラッターエコーなどの音響的な異常が発生します：長い時間続く不快な繰り返し音は、平行な硬い表面間での音響エネルギーの跳ね返りによって発生します。

ただし、スピーチを主たる目的とする空間では、残響時間が短いほうがスピーチ明瞭度が良くなります。残響時間が長い空間ではスピーチを聞きにくくなります。映画のサウンドでも同じことが言えます。

音楽の《存在感》と《飽和感》：音に浸る気持ち



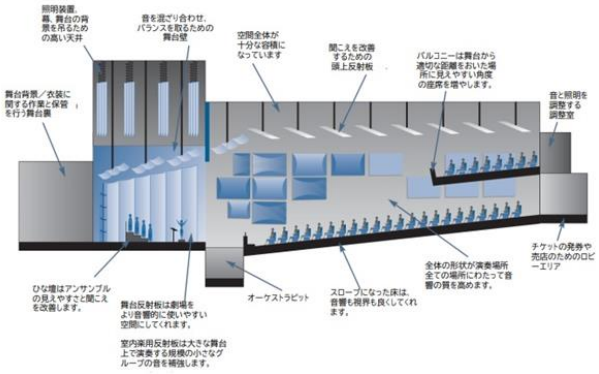
《存在感》というのは、演奏者が前向きな空間の音響特性を語るときに使います。合唱練習室が「良い《存在感》」を備えている場合には、壁や天井からの初期反射音が演奏者の耳におおよそ 30 ミリ秒以内に戻ってきます。

《飽和感》というのは、直接音が聞こえた後で、おおよそ 80 ミリ秒後に側壁や後壁から戻ってくる反射を持った、大きな空間の特性を定義するのに使われる同じような言葉です。《飽和感》というのは、音楽に感動しているとか、音楽に囲まれているという意味です。

《存在感》と《飽和感》がある空間は、言うことなく《豊かさを感じ》、《より音楽的》になるはずです。

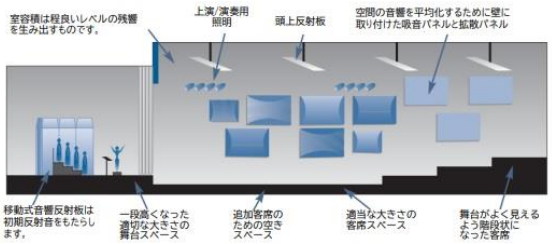
音楽練習室

音楽を演奏する理想的な空間づくり

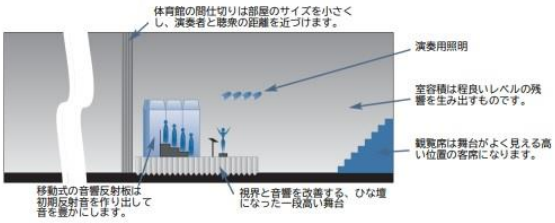


パフォーミング・アートセンター

《存在感》と《飽和感》



カフェトリアム



体育館

音楽練習室

残響可変練習室

参考文献

《Audio System Design》、《Review of Pre-Requisite Material》、《Handbook for Sound Engineering》、《Technical Fundamentals of Audio》、《Technology in Performing Arts：Wenger Corporation》、《Planning Guide：Wenger Corporation》、《静けさ、良い音、良い響き：永田　穂》