

BINAURAL

test recording for headphones

PLANNING & AUTHORIZATION

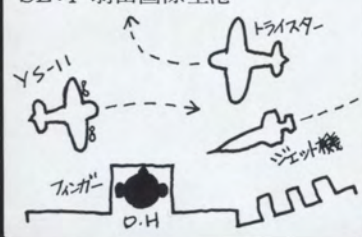
IN CONJUNCTION WITH

DAM

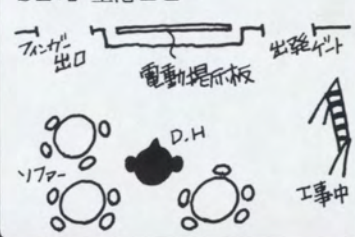
Aurex

SIDE:A

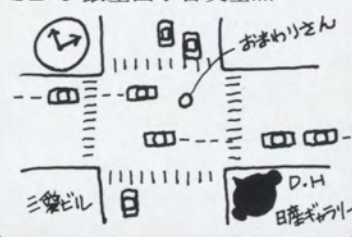
SE:1 羽田国際空港



SE:2 空港ロビー



SE:3 銀座四丁目交差点



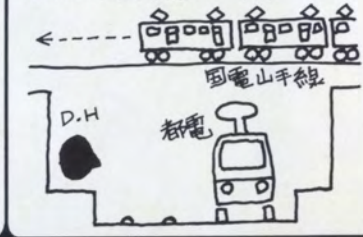
リサヤキ声

スタジオ実験

SE:4 東京タワーエレベータ



SE:5 大塚駅前ガード下



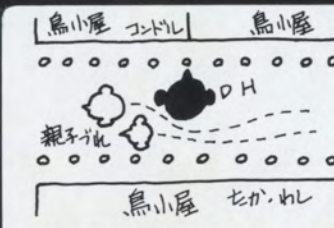
スタジオ
ナレーションから



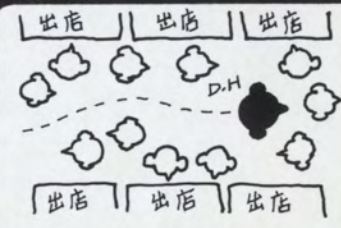
SE:6 品川スポーツセンター

(何んの音でしょうか?)

SE:7 ????????



SE:8 上野動物園



SE:9 浅草寺羽子板市

SIDE:B

指揮:エーリッヒ・ヘルゲル

演奏:読売日本交響楽団

- 1.「牧神の午後への前奏曲」より(バイノーラルとワンポイント録音)
- 2.「交響詩フィンランディア」(バイノーラル録音)
- 3.「牧神の午後への前奏曲」(バイノーラル録音)

■提案

“音の再現”“臨場感”ということにはまだまだ未知のことが多く、HiFi音、ステレオ感のための基本としてその録音システムは興味のないところだ。

このレコードは、音の出口としてスピーカーシステムを考えるのではなく、ヘッドホンのための音づくりとしてのパーソナルな提案です。一般のレコードは、スピーカーで聴いたときに、自然なHiFi音で聴けるようにつくられています。スピーカーでステレオ音を聴いた場合と、ヘッドホンで聴いた場合では、同じレコードでも全く異なった感じがします。

最近、ヘッドホンは機器としての完成度を増すとともに、単なるオーディオのアクセサリではなく、コンポーネントの重要なパーツとして見なおされつつあります。ヘッドホンは、部屋の影響がないため、どんなに狭い部屋、デッドな部屋、ライブな部屋にもかかわらず、常に同じ状態の、HiFi音を楽しむことができ、しかもスピーカーでは得られない音場すら可能になりつつあります。すでにヨーロッパでは、ヘッドホンで楽しむ放送番組まであります。やがて日本でもヘッドホン再生のための番組づくり、レコードづくりもなされることでしょう。

したがってヘッドホンで楽しむためのレコードは、それなりの録音システムを必要としているのです。

このレコードはその第一段階の基本的実験として“バイノーラル録音”という方法でつくられています。

■バイノーラル録音とは

1935年ごろ、まだステレオが登場する25年も前に、アメリカのベル研究所でフレッチャー博士による実験が行われました。それは“オスカー君”という等身大の人形を使用し、両耳のところへマイクロホンを設置して、收音し、レシーバ(現在のヘッドホン)でその音を再現しました。当時の人々はそのすばらしい臨場感におどろいたものでした。バイノーラルとは(BIN+AURAL)という造成語で、訳すれば“対耳”という意味です。

人間は自然界のなかで音源のある方向、その距離、音源の移動、変化の方向を感知するために、一つの耳をもっているのです。

この人間が音を聴く聴き方と同じような状態で録音する方法が、バイノーラル録音(双耳録音)なのです。

双耳録音をする手法の一つとして、ダミーヘッド(人工頭)を使用する方法があります。

ただ、必ずしもダミーヘッドでなく、あなた自身の頭部を利用して耳のところにマイクロホンを設置して録音する方法も可能です。

■バイノーラル録音による臨場感

あなたが直接音を聴く場合と一般のマイクロホンをペアで使用して收音し、再生する場合とは次のような違いがあります。

- (A)①周波数特性、指向特性が、耳とマイクロホンでは異なります。
②人間の耳には“耳かく”があり、マイクにはついていません。したがって前方からの音、後方からの音、左右の音など、音の周波数特性、両耳への時間差、位相差が異なってきます。
③左右の耳の間には頭部があり、まわりには両肩があります。そこで、頭部形状による回折効果、肩形状による反射効果があります。
(B)人間は耳のみで音を聴いているのではなく、皮膚全体でも音を感じています。

これらの違いにより、一般のペアマイクロホンで録音した音をヘッドホンで再生した場合、不自然感につながっていくと考えられます。バイノーラル録音は、ダミーヘッドマイクロホンによる收音のために、項目(A)のちがいを、左右の耳への時間差、位相差、頭部の回折効果など、あなたが実際にその場所で聴いたのと同じ条件で与えてくれます。(項目(B)については今後の大きな課題です。)

バイノーラル録音からの再生は、あなたをより自然感、より臨場感へと導いてくれることでしょう。

■テストレコーディング

SIDE(A)

二つの構成を実験の基本としています。

- (1)バイノーラル録音による「ナレーション」のスタジオ内收音。
(2)バイノーラルダミーヘッドマイクによる「野外録音」SE9場面。ナレーションは、野外録音SEでの場面状況の説明を、ナレーター二人の声が、スタジオ内でそれぞれダミーヘッドとの位置関係を明らかにしながら語りかけてくれます。音源の方向性を確認しながらお楽しみください。

SIDE(B)

- (1)バイノーラル録音と、ワンポイント録音とのちがいを聴いてください。最初はバイノーラル録音で始まり、高い発振音からワンポイント、そして低い発振音からダミーヘッド録音です。それぞれの音場のちがいを聴きわけてみてください。
(2)バイノーラル録音のみによる「交響詩フィンランディア」(ダムプロフェッショナルシリーズVol.1をお持ちの方は、その他の録音システムとのちがいを聴きわけてください。)

(3)牧神の午後への前奏曲(バイノーラル録音)

今回、DAMが皆様のお手許にお届けしたこのテストレコードは、〈バイノーラル録音〉というオーディオの新しい分野で、ヘッドホンという機器本来の在り方を求めての提案です。そして皆様自身がこのレコードを一つのきっかけとして、新しい創造のオーディオへ、アクティブなオーディオの世界へと、私たちと共にチャレンジできることを願っているわけです。

オーディオという趣味の世界がオーディオ文化へと発展していくこと。DAMは、オーディオのさまざまな分野から、こうした提案を今後積極的に押し進めていきたいと思えます。

皆様のアドバイスを心からお待ちしております。まずはバイノーラル録音のささやかな実験をお楽しみください。

第一家庭電器(株)DAM推進委員会。

今回の試みは、DAM推進委員会のメンバーと「ヘッドホン」本来のあり方を話しているうちに、“バイノーラル録音”をまずプリミティブな形でいいから、実験してみようということ、オーディオを愛する仲間として創り上げたレコードです。

若さだけで突っ走ってしまったこと、まだまだアイデア不足のところ、未完成なもの、すべてをさらけ出すこと。

そこから、このレコードを聞く人が、さらにバイノーラルにチャレンジしてくれることを、そんな願いをこめて提案するテストレコードです。

designer Kawasaki

- 企画・制作—第一家庭電器(株)DAM推進委員会
- 企画・演出—川崎和男(Aurexデザイナー)
- 技術——東京芝浦電気株式会社・音響事業部
- SE取材編集——東芝EMI株式会社
- ナレーション——アン&マユ(ginza'7ディスクジョッキー)
- ジャケットデザイン—東京芝浦電気株式会社 意匠部(Aurexチーム)

→2A →3 →3A →4 →4A



BINAURAL

test recording for headphones

PLANNING & AUTHORIZATION DAM

IN CONJUNCTION WITH Aurex

従来のレコードは、スピーカーで再生して聴いた場合に、自然な感じがする様に録音されている。しかし Hi-Fi 音楽を楽しむ層の増大とともに、必ずしも、スピーカーで大きな音を出して、音楽を楽しめない人々が増えてきている。例えば、狭いアパートで、隣の家との境が壁一つであるとか。最近増加の一途を示している深夜放送族達も、スピーカーで音楽を楽しむことが出来ない。そういった人達の間で、Hi-Fi 音楽を、ヘッドホンで楽しむ機会が非常に増えている。又、ヘッドホンで聞くことにより、部屋の持っている特性、例えばガラス、床などの共振や部屋そのものが持つ共振などにわずらわされることなく、Hi-Fi 音楽が楽しめる。さらに新しい音の想像として、オープンエアタイプのヘッドホンで、スピーカーを同時に聴く、といった従来のスピーカーだけで出来なかった音を楽しむことも、オーディオマニアの間でさかんにようになってきている。

このような状況の中で、ヘッドホン自身も非常に良い製品が発売されてきている。昔、レシーバーと言われていた、声を聞くための機器であったころ、そしてステレオのアクセサリとして売られていたころに比較して、ヘッドホンは、最近 2~3 年の間に大巾な技術進歩が見られた。

駆動方式で見ると、従来のダイナミック型だけでなく、全面駆動型と言われる方式のヘッドホンも一般化しつつある。全面駆動方式というのは、振動板全体に力が働いて、振動板を動かす方式である。従来のダイナミック型は(図-1)からもおわかりのように、

振動板の一部に力を働かせて、振動板全体を振動させる方式である。このような方式の場合は、振動板に働く力と、実際の振動板の動きが合わないことがある。特に周波数が高くなるに従って、駆動コイルからの力は、振動板全体に均一に伝わらなくなり、入力信号電圧と振動板の動きの間にズレが発生してくる。これは歪の原因や、周波数特性上のピーク・ディップの原因となる。その点コンデンサ型や平面マグネット型(写真1)は、全面駆動形(図-2)であるため、入力信号に応じて、振動板全体に様な力が加わる。その結果、入力信号と振動板の振動の間に歪の発生はなくなる。ということは、入力信号の通った振動板が振動するということになり、非常に Hi-Fi であると言える。

この様にヘッドホンを聴く機会が増え、ヘッドホン自身の性能も向上した状態において、なお聴き慣れるに従って、自然状態に聴いた音とは、ある種の違和感を感じるようになる。これは、音源の定位が自然界での音の定位と異なるためだと思われる。

〈人間の聴覚〉

耳で音を聞くことにより、人は音源の方向や距離を知る。またその結果、空間の広さをも知ることが出来る。このような能力を聴覚による空間知覚と呼ぶ。また音を聞いて音源の方向や距離を判断することを定位と呼んでいる。

人にとってこの聴覚の役割は、

- (1)人が身を守るための手段
- (2)他との情報伝達のための手段

の2つである。

(1)人が自分の身を守るための手段ということは、敵(車も人にとって敵になる)に対する情報を、音を通じて知ることである。音のする方向は、後か前か、右か左か、また上か下か、音の発生源が自分に近づいて来ているか、遠ざかっているのか、など音によって人は音源が自分にとって危険かどうかを判断するための手段となっている。また音源の大きさについても判断出来る。例えば小さなラジオで大きな音を出しているのか、大きなステレオで小さく鳴らしているのか、聴覚のみで知ることが出来る。

以上のような内容を、人が意識しないで、自然に頭のコンピューターで判断しているのであるが、そのために手助けとなっている物を挙げてみると、

- (1)耳が2つある。(binaural)
- (2)耳たぶが耳の穴の後についている。
- (3)両耳の間には頭があり、顔がある。
- (4)人は耳のみで聴いていない。(例えば腹、その他の皮膚にても音を感じる)
- (5)頭を動かして耳の位置を変える。
- (6)視覚を働かす。
- (7)記憶を捜す。

(1)~(4)の条件と(5)~(7)の動きを同時に処理しながら、人は音源についての情報を得ている。

上記(1)(2)(3)の各項目が、各々物理的にどの様な効果を表わしているのかを調べてみると、

- (a)2つある耳への音の伝達時間の相違
- (b)2つある耳への音の位相の相違
- (c)2つある耳への音の振巾の相違

(d)耳の前後上下における周波数特性の相違などである。

〈聴覚の物理特性〉

(a)音の大きさ

音が耳に達する場合に生ずる、音としての感覚の量のことを、音の大きさと呼んでいる。そしてその尺度の一つに、ラウドネスレベルと呼ばれるものがある。これはある音の大きさを、これと等しい大きさの感覚を与える 1 kHz 純音の音圧レベルによって表現している。そして種々の強さの純音について、周波数ごとにラウドネスレベルを測定し、等しいラウドネスレベルを示す点を結んで作られた曲線群のことを、等ラウドネス曲線と呼んでいる。図-3 に多くの人の平均として作られた等ラウドネス曲線を示す。われわれ人間が聴き良い音圧レベルは、 $1 \mu \text{ bar} \sim 10 \mu \text{ bar}$ (74dB~94dB)程度である。この時にラウドネスレベルが比較的平坦なことからも、このレベルが音を聞くのに一番良い音圧であることがわかる。

(b)両耳への伝達時間の違いと定位

音の大きさは同じにしておき、左右の耳への伝達時間のみ変えて、ヘッドホンを使って聴いた場合、(図-4 にブロック図を示す) 遅延時間の量と音のする方向との関係は、数人の人を使って実測した結果、図-5(a)のようになる。つまり、左右の耳へ音が致着するのに時間差がある場合、早く音が入って来た方向の耳側に音源があると考えられる。しかもほぼ 0.6 m/sec の差で右、または左に完全に寄ってしまう。今一般の大人の人の頭の中(両

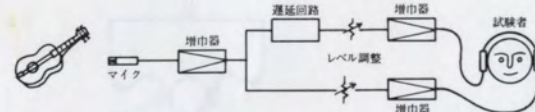
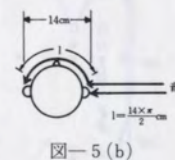
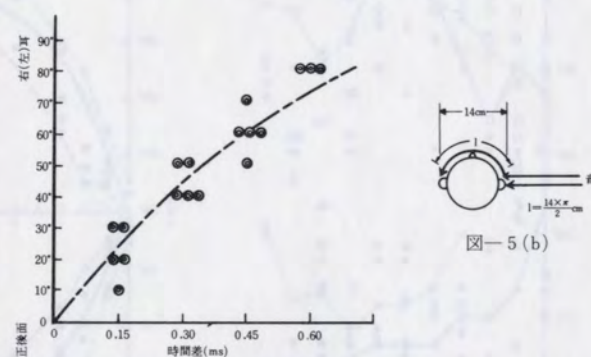
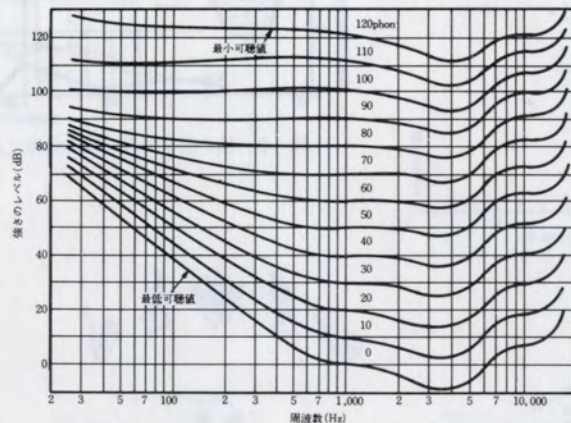
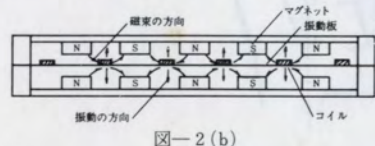
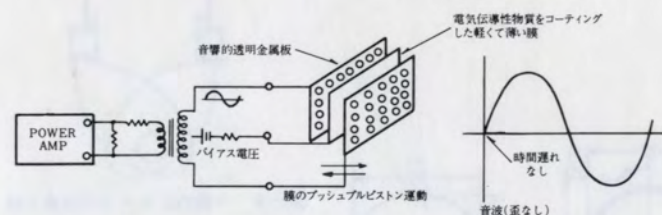
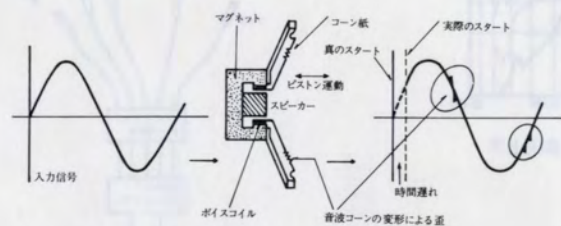


写真-1 Aurexコンデンサヘッドホン HR-910

耳間の巾を14cmとすると(図-5(b))右の方から音が来て、左側の耳までに達する時間は音速を340/sec 右耳から左耳までの距離を約22cmとすると、

$$\frac{0.22}{340} = 0.6 \times 10^{-3} \text{ sec}$$

となる。つまり0.6m/secは右耳(左耳)から左耳(右耳)へ音が遅れて到着する時間となる。ヘッドホンでもあらかじめこの時間だけ遅らせてやれば、音源の定位を完全に右(左)へ持っていく事が出来る。

(c)両耳の位相差と定位

特に周波数の低い方の音は、人が音を聴いた場合、時間差としてはほとんど感じられない。時間差が一番感じ易いのは衝撃的なパルス音で、次は一般の複音である。一番時差を感じないのは純音である。低音もしくは純音の場合は、位相差を主に感知するわけであるが、図-6に示すごとく位相差はあまりはっきりした形では方向感として表われてこない。これは一般のステレオでも低音はあまり方向感を感じず、むしろその音の高次高調波の所に音源が定位することからわかる。

(d)両耳への音のレベル差と定位

図-3に示したような方法で、今度は左右への時間差はなくしておき、レベル差のみで定位方向との関係を調べると、図-7に示すごとくなる。この図からわかることは、音の定位方向が0-3dBで最も大きく変化していることである。1dBで20°近く音像が動いている。

人間は3dBまではほとんど音量差を感じないと一般的には良く言われているが、いわゆる絶対音量比較による左右同一レベルで3dB同時に増減した場合などは、音量差をほとんど感じないが、直接左右の耳へ来るレベルの差が3dBあると、その音の定位を大巾にずら

せていることがわかる。

(e)耳の前後、左右の音の来る方向と周波数特性

耳の外での音圧レベルを一定にしておき、音の来る方向により実際音を感じる鼓膜上の音圧は図-8に示す様になっている。これは頭の回折効果や、耳たぶの共鳴現象によって周波数特性の違いが発生しており、しかも音の来る方向によって特性が違っている。

このような耳の持ついろいろの特性を理解した上で、前述のヘッドホンで聞いた音と自然音との違和感を、少しでもなくする方法について考えてみる。

(HP(ヘッドホン)音場とSP(スピーカー)音場の違い)

ヘッドホンで音楽を聴いて一番気になるのはやはり頭の中に音像が定位する事である。自然の音、スピーカーから出る音は決して頭の中へは定位せず、自分の体内や外の場所に音像が定位してくれる。ヘッドホンのように頭の中へ定位するのをLaterlization(頭内定位)、スピーカーとか自然音のように、頭の外へ定位するのをLocalization(外部定位)と呼んでいる。したがってヘッドホンで聞いた時に頭の中へ音像が定位するのは、一般のスピーカー用に作られたソースを、ヘッドホンで聞かためである。このような現象を少しでも解決出来る方法は

- a)録音側……バイノーラル録音 ((1)ダミーヘッド録音、(2)実頭録音)
 - b)再生側……電子回路操作 ((1)クロスフィールド回路、(2)電子的遅延素子回路)
- の2つの方法がある。

(バイノーラル録音)

バイノーラルというのは「双耳効果」とい

う意味で、人間には2つの耳があり、その間には頭や顔がある。また耳の後には耳たぶが付いている。こういった一連の音響的部(小道具)をそろえて、人間が両耳で聴いているのと同じ様な感じを出そうというのが、バイノーラル録音である。

歴史的にみると1930年ごろ、米国でフレッチャー博士により実験されたのが最初である。ステレオが始まる20年以上前に「オスカー君」というダミーヘッドを作って実験が行なわれ、大変好評を博したようである。その後このことについては実験が行なわれなかったが、最近2-3年のヘッドホンに対する価値の変化から、再び見直しが行なわれ始め、今やヨーロッパにおいては、ヘッドホン用のバイノーラルステレオ放送が始まったそうである。

(通常録音とダミー録音の違い)

現在一般に販売されているレコードの録音方法はマルチトラックレコーディングと称して、各演奏者の間にそれぞれ間仕切りを入れ、各楽器に2-3本のマイクをセットして、そのマイクロホンの出力をミキサーが適当にミキシングしながら録音し、その後トラックダウンして2CHまでにまとめている。(図-9に示す)この録音方法によって出来上がったテープを普通のスピーカーシステムで聴いた場合は、スピーカーの所に各楽器が配置された様な音として聴くことが出来る。ところがこのソースをヘッドホンで聴くと、楽団がすべて頭の中へ集中してしまうことになる。

ダミーヘッド録音を図-10に示す。ダミーヘッド録音では、楽団を実際に人間が聴いている場所で、頭も耳たぶもある擬似頭(ダミーヘッド)の耳の所へ、2本のマイクロホン

の操作もせず、そのまま録音したものである。今回使用した擬似頭の概略寸法を図-11に示す。ゴムで出来た頭の中へ2本のマイクロホンをセットしたものである。

今回使用したダミーヘッドは非常に価格の高い物であるが、もっと手軽にバイノーラル録音を楽しむことは出来る。貴方自身の頭を使えば良いわけで、実頭録音と呼ぶのがこの方法である。コンデンサーマイクロホンユニットを2ヶ買って来て、自分の耳の所にぶら下げられる様にすれば良い。実際に自分で録音して楽しむのも一つのマニアの行き方ではないだろうか?

(クロスフィールド回路)

録音側で特殊な録音をしなくて、一般のレコード、およびテープを使用した場合少しでも自然な音場に近づけようと試みられたのがCBSバウアー氏の手によるクロスフィールド法である。

このクロスフィールド回路をヘッドホンソースとユニットとの間に挿入することにより、自然な音場に近づけようとしたものである。スピーカーで再生した時には空中で音の合成があるが、ヘッドホンでは右左が完全に独立しているため、不自然な感じになる。クロスフィールド回路はこの点を改善しようとした電子回路であるが、やはりもともとがスピーカー用のソースなので十分な性能は出せないようである。

今後国内においてもこのようなダミーヘッド録音レコードが市販されたりFM放送で放送される様になると、さらにHi-Fiの分野も広がっていくことと考えられる。

(東京芝浦電気K.K 音響事業部)

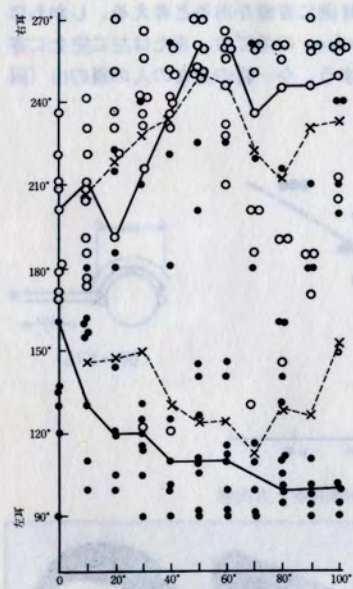


図-6 両耳の位相差と方向感

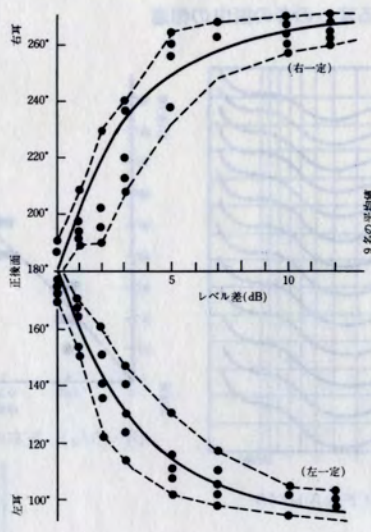


図-7 両耳へのレベル差と方向感

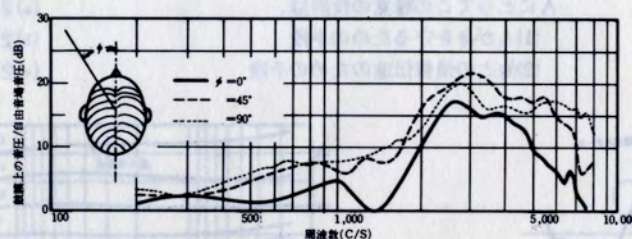


図-8 頭の回折や耳たぶの共振により生ずる鼓膜上の真圧上昇

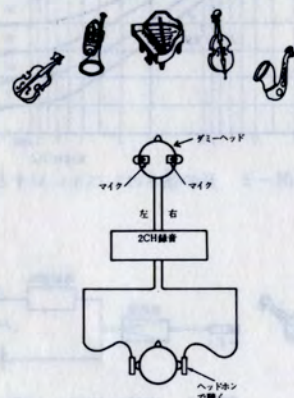


図-10 ダミーヘッド録音の方法

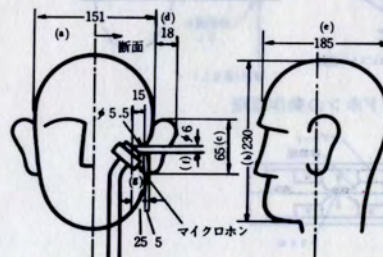


図-11 使用したダミーヘッドの断面構造図

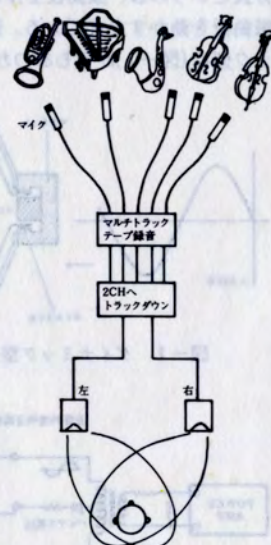


図-9 一般のレコードの録音方法