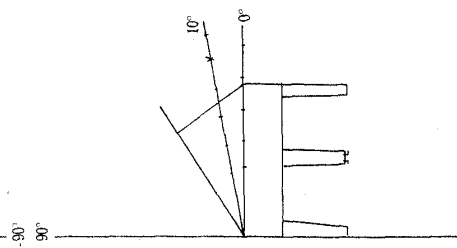
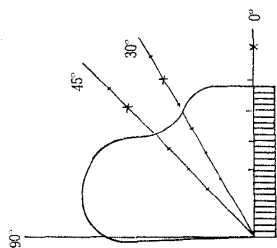
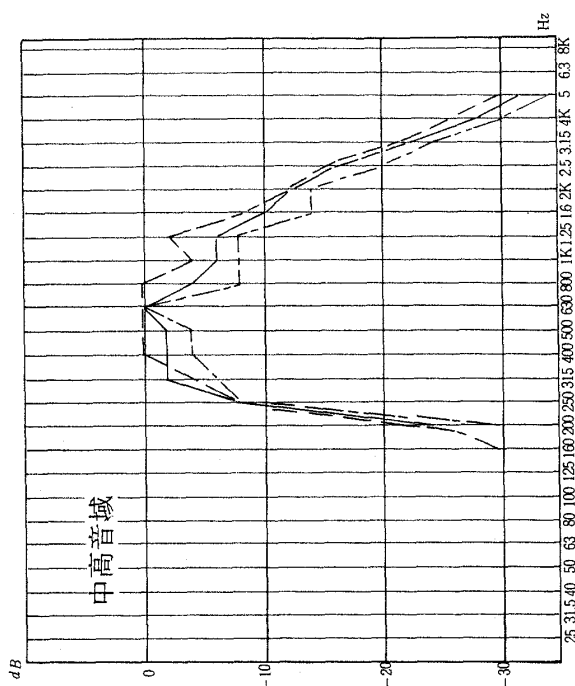
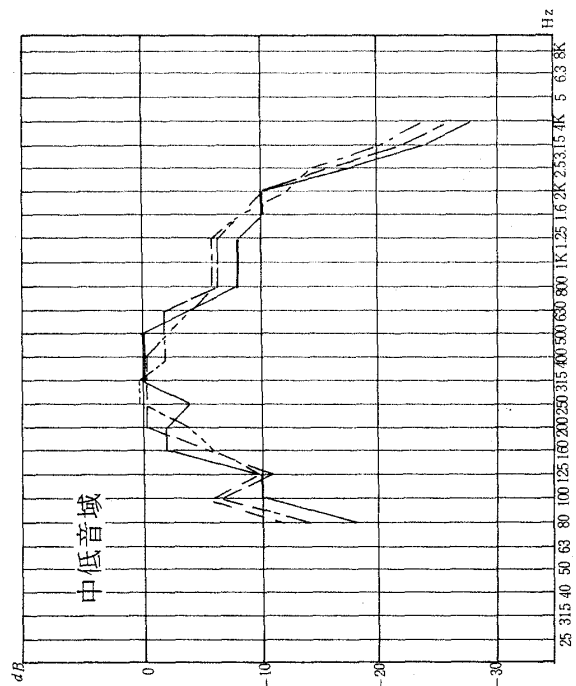


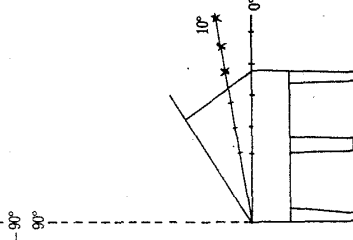
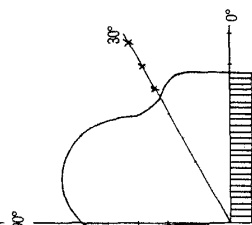
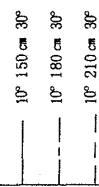
水平角度の比較



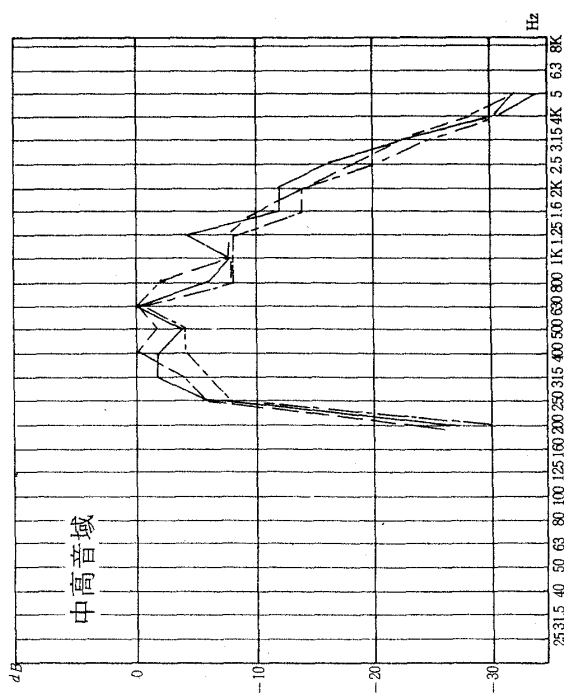
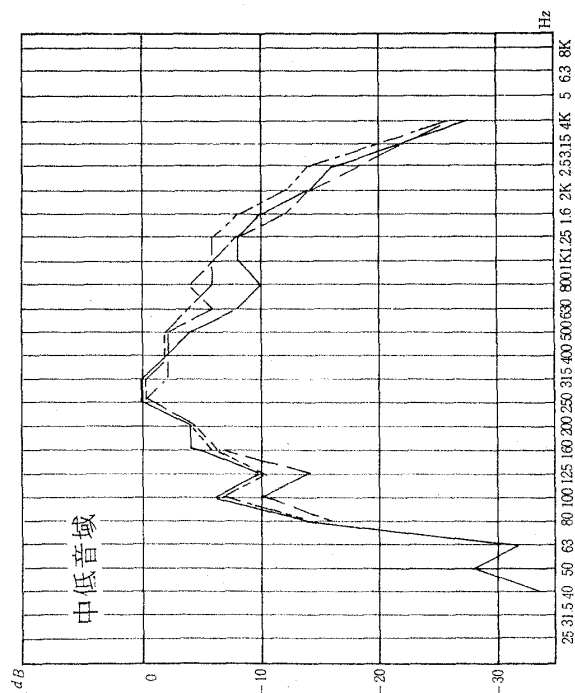
<グラフ4>



距離の比較



<グラフ3>



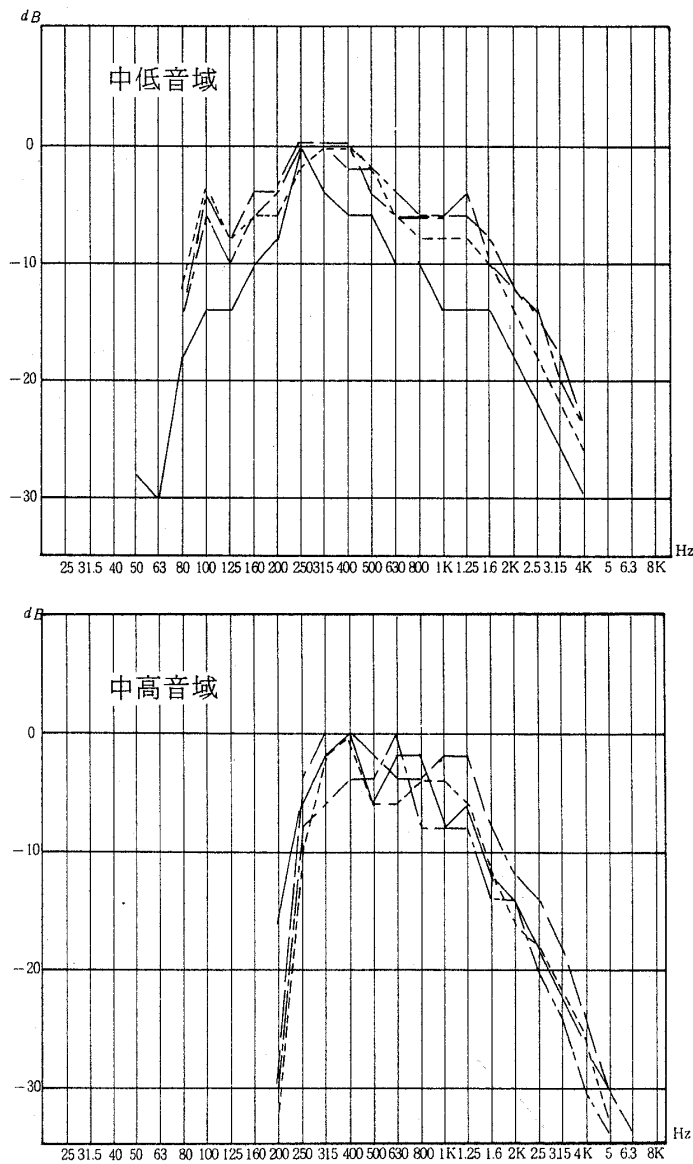
録音の際マイクを置くことの多いIのエリアは、他のエリアと比較して実際に音の良いことが確認できた。さらにIのエリアの中でも、今回の実験の範囲では<10度、15度、180 cm、30度>の付近にマイクをセットすると良い音質の得られることがわかった。

<10度、180 cm、30度>を中心とする各ポイントのグラフ上の相異は、4つのエリアを比較した時と比べると格段に小さい。それにもかか

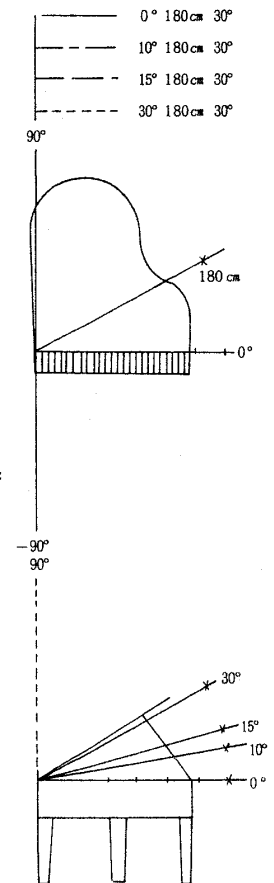
わらず、試聴結果で音質の違いがはっきりと出ていることは興味深い。機会があれば、実験者以外の人にも試聴を行なってもらい、結果を比較してみたいと考えている。

実験方法の参考として、Jürgen Meyer『Acoustics and the Performance of Music』を参照した。

<グラフ2>



上下角度の比較



以上離れてからの変化の方が大きい。中高音域ではピークより高域側のレベルが落ちるが、バンドによっては遠い方がレベルの高くなることもある。

○水平角度が -90 度に近づくとつれ、中低音域のレベルはランダムに上下しながら少し下がる。中高音域はあまり変化がみられない。

(3) 演奏の録音と試聴

① 演奏の録音

計測箇所の内、いくつかのポイントを選び、そのポイントにマイクを置いて楽曲の演奏を録音、試聴した。演奏はピアノ・コーダーによる再生で、ピアノ・コーダー用テープの中から、Franz Liszt 《ハンガリー狂詩曲 第12番》の35～126小節である。録音レベルは、実際の録音を想定してポイントごとに調整した。マイクは計測時と同一のものを使用し、フルトラック・モノラルで録音した。

② 4つのエリアの比較試聴

グラフ1の各ポイント、I・ <10 度、 180 cm、 30 度>、II・ <10 度、 120 cm、 30 度>、III・ <10 度、 120 cm、 90 度>、IV・ <10 度、 180 cm、 -30 度>で録音を行ない、4つのエリアの比較試聴をした。

I 各エリアの中で最も「ピアノらしい」音。整った、柔らかみとのびのある音である。

II ガンガンと鳴っているようなきつい音で、うるさく、まとまりがない。

III こもっていて鈍く、不鮮明で、遠くで鳴っているような音である。ゴトゴトという、ハンマーの動きに伴ったノイズ音が聞こえる。グラフには出ていないが、レベル調整でかなり音量を上げたため、マイクにはいつてきたものと思われる。

IV のびがなく、平たい印象の音で、少し遠い感じがする。

以上、Iのエリアの音以外は、ピアノ録音の音質としては問題にならないものであった。

③ Iのエリアの中での比較試聴

②での試聴の結果から、Iのエリア内で、マイクの移動による音の相異をみることにした。その際比較を容易にするため、②の録音時のポイント <10 度、 180 cm、 30 度>を中心として、マイクを上下、前後（距離）、左右（水平方向）に動かした。なお、この中心ポイントは、録音の行なわれることの多いIのエリアの中で、実験者がマイクセッティングに適していると考えたポイントに一番近い計測箇所、という理由から選んだものである。

以下に、録音を行なったポイントとその試聴結果を述べるが、添付のグラフはスペクトルの形の相異をみるため、絶対レベルでは書かず、ピーク値をそろえて書き直してある。（中心ポイントについては重複を避けるため改めて述べないので、②を参照）

a 上下角による違い（グラフ2）

$<0 \cdot 10 \cdot 15 \cdot 30$ 度、 180 cm、 30 度>

0 度及び 30 度の音は共に、快い音ではない。 0 度は少しこもったような音、 30 度はのびのない音である。一方 15 度は、 10 度と共に、録音した中では一番良い音の得られたポイントである。 10 度よりクリアーな音質で、音の粒立ちがはっきりしている。

b 距離による違い（グラフ3）

<10 度、 150 、 180 、 210 cm、 30 度>

150 cmはきつい音、まとまりのない雑然とした感じの音、という印象を受けた。 210 cmは、絶対レベルでは他と同じくらい出ているが、遠くで鳴っている感じで、高い方の音がはっきりしない。

c 水平角度による違い（グラフ4）

<10 度、 180 cm、 $45 \cdot 30 \cdot 0$ 度>

45 度はやや金属的な音である。 0 度はこもっていて、はっきりしない音である。高域ののびやかな響きがなく、快い音ではない。

（グラフ2～4には中低・中高音域のみ載せた）

きく現われるほど強くない。この音域の音は、主に倍音で成り立っている。

○中低音域 基音のエネルギーは低音域に比べて強くなっているが、依然として倍音にウェイトがかかっている。

○中高音域 基音及び低次倍音のエネルギーが強くなり、これらの周波数の範囲のレベルが最も高くなっている。一方、基音より下にノイズ成分が現われている。

○高音域 基音のエネルギーが強く、倍音は少ない。基音以下のノイズがかなり出ている。

(2) グラフの作成とスペクトルの変化

全計測箇所の周波数スペクトルのグラフを作成した。これらを比較して、同じような特徴をもつグラフ同士をまとめていったところ、グラフ1の付図のような4つのエリアに分かれた。

以下、各エリアのグラフの比較と、その中でマイク移動による変化について述べる。

① I・ピアノのふたの開いている角度内で、ピアノの外

○4者の中では、レベル的にはだいたい中程の値。中高、高音域ではⅡのエリアのレベルに近く、低、中低音域ではⅢ、Ⅳのエリアのレベルに近い。

○上下角0度の時のみ、他の角度よりレベルが4 dB 以上低い。上下角が大きくなっても、中低音域は2～4 dB の幅で上下し、変化はみられない。中高音域では同様に4 dB 幅の上下変動が多くバンドでみられるが、6～10 dB レベルの低くなるバンドもある。

○バンドごとに落ちる幅は異なるが、原点からの距離が遠くなるにしたがって2～8 dB レベルが低くなる。

○水平角度0度に近づくにしたがい、中低音域ではレベルの下がる傾向がみられる。下がる幅は4～8 dB だが、レベル変化のみられないバンドもある。中高音域は4 dB ほどの幅で上下動しているが、レベルの下がるバンドもある。

② II・ピアノのふたの内側でピアノの中

○弦のすぐ上にあたり、直接音を近距離から拾うため、4つのエリアの中では一番レベルが高い。比較的レベルの低いⅢのエリアと比べると、狭い所でも6 dB、広い所では16 dB もの開きがある。グラフに現われる帯域幅も他のエリアより広い。

○ピアノの縁の付近では全体のレベルが落ちるが、位置の移動によるスペクトルの変化にはっきりした傾向はみられず、バンドごとに大きくランダムに上下動する。

③ III・ピアノのふたの上

○他のエリアに比べてレベルは低い。どの音域のグラフも、ピークより右側（高域側）のレベルが特に低くなっている。

○ノイズを拾うポイントが多く、そこでは、800 Hz 以下のレベルがバンドによってはかなり高くなり、ピークのレベルとの差が6 dB ほどしかない箇所もある。このようなノイズのレベルの高いポイントは、Ⅲのエリアだけでなく、原点からの距離が近く、上下角の小さい箇所に多い。逆に原点から遠ざかれば、ノイズのレベルは4～8 dB は下がる。

○マイクの位置が高くなると、各音域のピークより左側（低域側）は上下動しながらもあまり変化がみられないのに対し、高域側ではレベルが4～10 dB 低くなっていく。

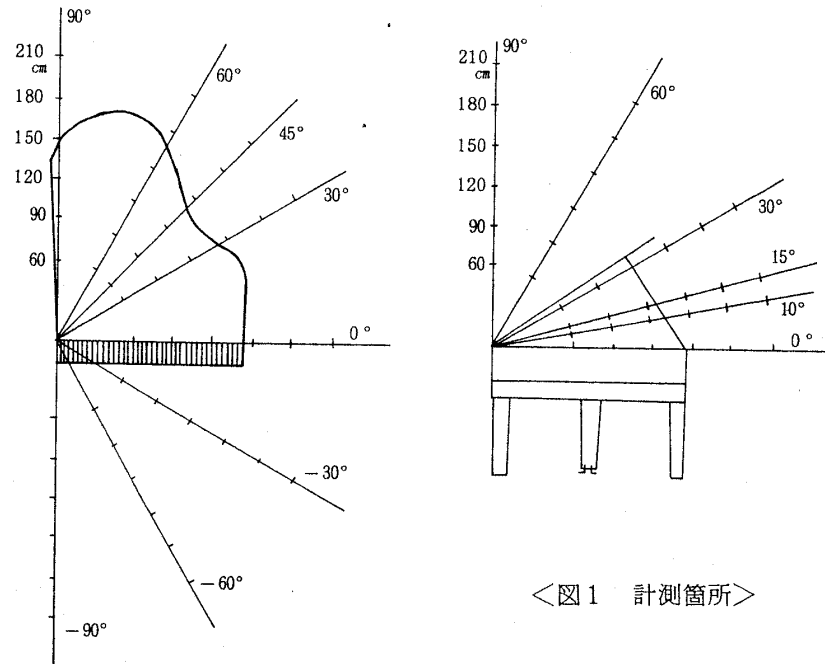
④ IV・演奏者のすわっている側

○Ⅲのエリアに次いでレベルは低い。

○上下角が大きくなるにしたがってレベルの上がっていくバンドが全音域にみられる。他のバンドは2～6 dB の範囲で上下している。中低音域は15度と30度、中高音域は30度と60度がレベルの高いことが多い。中高音域では上にいくにしたがって、基音のバンドのレベルが4～6 dB 上がる。

○原点からの距離が遠くなるにつれ、中低音域ではピークより低域側のレベルが4～12 dB おちるが、4 dB ほどの幅でランダムに上下動するバンドもある。120 cm以内より、150 cm





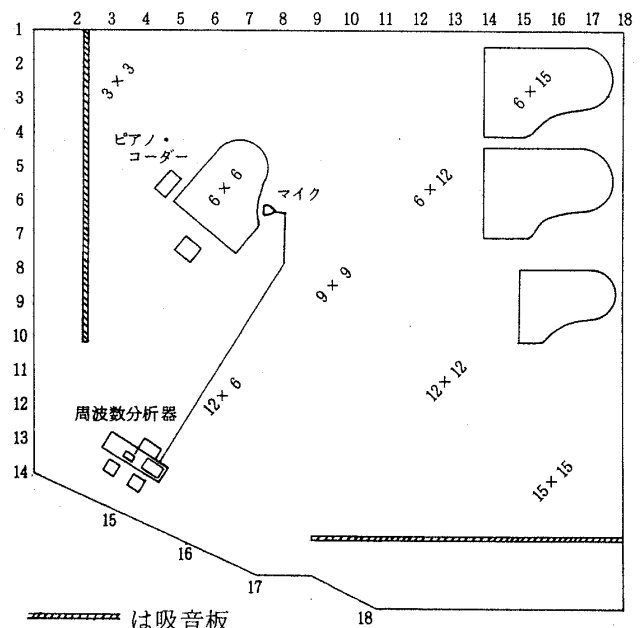
＜図1 計測箇所＞

○周波数の帯域幅（バンド）は、分析器の表示の中では最も細かい $\frac{1}{3}$ オクターブとする。グラフに記されている周波数は、各バンドの中心周波数である。

○各周波数のピーク値によるスペクトルを計測する。理由は、①各周波数がピーク（最大音圧レベル）を示すのは主に音の立ち上がりの時であるが、ピアノでは、この時のノイズや衝撃音が、音色を決定する重要な要素になっていること。②周波数分析器が、ピーク値を保持しておく機能を持っていること。③②で述べたピーク・ホールド以外に、リアルタイムでスペクトルの変化を表示させることもできるが、その場合は計測のタイミングを毎回測り直さなければならないこと。以上3点である。

使用機材は次の通りである。

- ピアノ Steinway O型
 - ピアノ・コーダー marants PF-150
 - マイク NEUMANN U87
 - アンプ quad eight VU6200
 - 周波数分析器 IVIE IE-30A
- 機材のセッティングについては図2 参照。



は吸音板
左下の机は計測者の位置
右上の3台のピアノにはカバーがかけてある

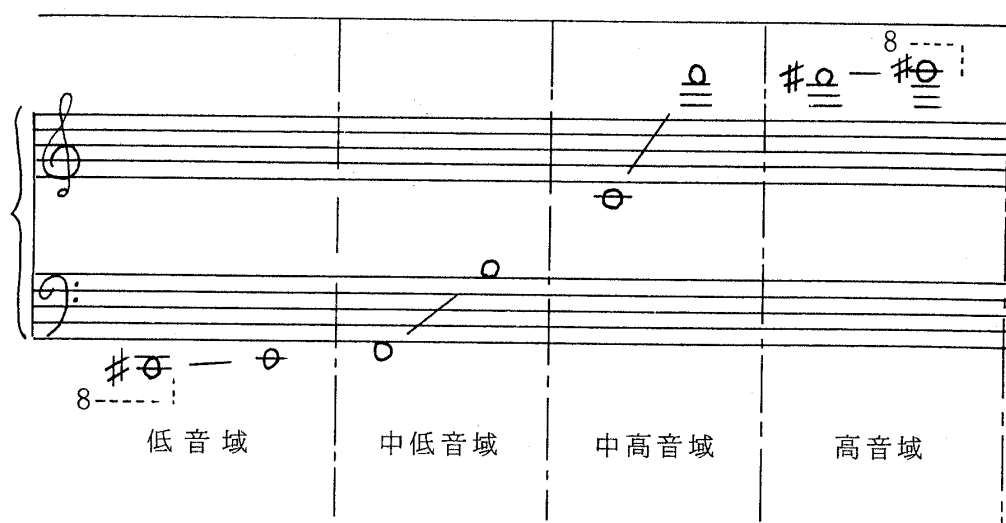
＜図2 実験の際の配置＞

3. 実験の結果

(1) 各音域のグラフの特徴

グラフ1に、各音域の基音の周波数の範囲を斜線で示した。斜線部分とグラフに現われたスペクトルとの関係から、各音域の特徴として次のようなことがわかる。

○低音域 基音のエネルギーは、グラフに大



(3) 計測範囲・計測箇所

計測の範囲は、ピアノの左角を中心とした半径 210 cm の半ドーム型の空間内とする。ピアノのふた（反射板）の開いている側を対象とし、ピアノ本体より左側は含まない。

計測箇所は、ピアノの左角を中心とした半径 60、90、120、150、180、210 cm の、6 つの同心円の円周上に設定する。

上下方向の角度（以下、上下角とよぶ）は水平の時を 0 度とし、30 度間隔で 90 度まで計測するが、実際の録音ではふたの開いた角度内にマイクを置くことが多いので、0 度から 30 度の間、10 度と 15 度も対象とする。

横方向の角度（以下、水平角度とよぶ）は 30 度間隔で 180 度まで計測するが、30 度と 60 度の間は録音の際にマイクをセットすることが多い範囲なので、中間の 45 度でも計測を行なう（便宜上、ピアノのふたの縁にそって中心から伸ばした線を 0 度とし、本体側の角度はそのまま、演奏者のすわる側の角度は、－（マイナス）をつけて表わす）。

したがって、以下 3 者の全交点、計 246 箇所が計測箇所となる（図 1）。

- 前述の同心円の円周
- 上下角 0、10、15、30、60、90 度
- 水平角度 90、60、45、30、0、－30、－60、－90 度

なお、これ以降ポイントの位置を述べる時には、特に断りのないかぎり＜1・上下角 2・原点（中心）からの距離 3・水平角度＞の順に書く。

(4) 計測方法

実験の際には、ピアノ・コーダーで先に述べた音源を再生し、計測箇所にセットしたマイクで音を拾って周波数分析器にかける、という方法で計測を行なう。

詳細を以下に列記する。

○ 演奏の録音時と同じように演奏者の位置に 1 人すわる。

○ 譜面台は取りはずしておく。

○ ピアノのふたは全開にする。

○ マイクは、実際の録音の時と同じように単一指向性にする。

○ アンプのレベルは一定にしておく。

○ 周波数分析器は、低、中低、中高音域では絶対レベルで 66～96 dB の範囲で表示するようにしておく。高音域はレベルが低いので、56～86 dB に設定する。なお、音圧レベルが高く、設定レベルでスペクトルのピークまで測りきれない場合は、表示レベルを 10 dB 又は 20 dB 上げてピーク値を読みとることとする。

○ 周波数分析器のレベル表示は 2 dB 間隔である。

ピアノのニアフィールドにおける 音圧分布の調査

— ピアノ録音の際のマイクアレンジに関して —

片岡 美奈子
* 鈴木 由美

A study of sound pressure distribution

in the near field of piano.

For microphone arrangement

by Minako Kataoka.

Yumi Suzuki.

1. 実験の目的

この実験は、ピアノのニアフィールド^{*}内で周波数スペクトルを測定して音圧分布を調べることによって、録音の際のマイク・アレンジの参考資料を得ることを目的として行なった。

ピアノ録音の際のマイク・アレンジは大変むずかしく、特に近接位置にマイクをセットした場合、マイクの場所が少しずれただけで音質ばかりでなく、各音の音量のバランスも変わってしまい、特定の音が強調されたり、弱く聞こえたり、ということも起こる。

もちろん、ピアノのニアフィールドの状態は、ピアノ、部屋、ピアノの位置、どの音をどのように鳴らすか等、様々な条件によって異なる。したがってここで得られた数値や結果は、この実験における諸条件の下で得られたものであることをふまえた上で、みていかなければならない。

そこでこの実験では、一つ一つのポイントを取り上げて問題とするのではなく、マイクの位置が移動することによって、音がどのように変わっていくかという、変化の傾向をみることを主眼とする。

*ニアフィールド：マグローヒル・科学技術用語大辞典によれば、“音響源に近接した音響放射音場”。ここでは距離減衰がみられない。

2. 実験の方法

(1) 実験場所

実験は、東京芸術大学音楽学部内の録音スタジオで行なった。ピアノ演奏の録音には、このスタジオを使用することが多く、実験者もしばしば立ち会った。

スタジオの広さは、床面積・約109㎡ 天井の高さ・平均3m 容積・約327㎡である。

(2) 実験に使用する音源

スペクトルを計測する際の音源として、ピアノの鍵盤を、低音域、中低音域、中高音域、高音域の4つの音域に分け（譜例参照）、各音域ごとに全部の音を同時に鳴らしたものを使用する。これは、中低音域が主に伴奏を担当する音域、中高音域が旋律、低音域と高音域はそれぞれ中低・中高音域の補強、という考えの下に分けたものである。

また、音源の状態が計測のたびに異なることのないよう、再現性をもたせるためにピアノ・コーダー^{*}に音源を録音しておき、これを計測の際に再生することにした。

*ピアノ・コーダー：ピアノにとりつけられる装置で、演奏を記録し、ピアノに再生演奏させることができる。