

3.3.4 音の好み

音の好みに関しては、楽器やラウドスピーカなどの音響機器の音の好みとか、ホールのひびきについての好みなどの関する研究が最近よく発表されるようになってきたが、その数はまだ少なく、得られた結果も今後まだ検討を要するものも多いように考えられる。小谷津他の行った、「音質嗜好の一解析的研究—再生周波数特性との関係」（哲学 第52集 1968）は、我が国で行われた数少ないこの種の代表的な研究の一つであるので、この論文の抄録を以下に掲載する。

1) はじめに

技術革新の波にのって近年の電気音響技術の発達には目ざましいものがある。音響再生機器及び系の設計、製作の場合にしても、非常に高度なレベルの特性条件がとり入れられるようになり、本研究で問題とされた周波数特性条件について言えばその帯域巾は人間の可聴限界を遙かに越え、特性曲線のパターンもかなり自由な形状に変化されうようになった。

こうなってくると、次の段階としては、耳で聴いて最も快よい、好ましい印象を与える条件は何か、つまり人の心理的印象を反映した系の最適特性条件を追求することが望まれるようになる。Lebelの“If it measures good, and sounds bad, it is bad.”という名言によく表現されているように、物理的特性の計測結果がいくらよくても、聴いて悪ければその伝送系の再生条件はどこか悪いのだと考えぬ訳にはゆかない。音は物理的実在であると同時に、人間の知覚対象、即ち心理的実在となるものでもあり、従ってその質の良し悪しは、最終的には人間の主観的評価にまわって決定さるべきものと考えられるからである。

ところで、主観的評価を問題にする際にまずとりあげるべき点は、対象の評価がどういう事項についてなされるのかということについてであろう。例えば、「金属的な」、「大きい」などの様に、比較的、一義的且つ独立的と思われる要素的感覚項目にくらべ、「美しさ」、「豊かさ」などの様に、複合的、総合的印象項目についての評価では、個体内、個体間の変動の次元が非一次元的となる可能性が大きい。

最近この種の問題に関しては、数学的な空間構造を設定してかかる傾向（広義の多変量解析の適用）が顕著であるが、その理由は、それらが比較的明確な数理のルールにのること、結果の直観的理解が容易となることなどに加え、実験を通して得られるデータがもともとオーバー・オールな性格しか備えていない場合でも、その内部に横たわっている潜在的な因子や構造をかなり分析的な形で然も立体的に浮き彫りにさせていくところがあるからであろう。

一方、嗜好は俗に「十人十色」と言うように個人差の大なるものであるが、それは単なる誤差概念で片付けられてよいものとは思えない。何故ならそこにはその人なりの明確な好みの向きや理由があり、測定誤差とは異った質的相違が含まれていると思われるからである。そうであれば、単に対象の平均的な嗜好状態のみならず同時にこのような個人々々の嗜好に関する質的相違も明確に掘り起こしてこれらような解析モデルを予かじめ考えておくことが望ましい。それにも拘らず、従来の多変量解析モデルでは主として対象の心理学的空間構造（相対的布置関係）に興味の中心がおかれていて、評価主体個々人の状態は通常そのかげに丸められて来た。しかし、出来ることなら、両者を同時に一つの空間の中で眺めたいと考えるのは自然であろう。Tucker(1960 a, b), Gulliksen(1961)等はこのような点を考慮に入れた嗜好空間モデルを作ったが、次に述

べられるモデルは、それに幾分の変型が施されたものである。

2) 音質嗜好の分析的空間モデル

ある人がある音源(曲)をある再生特性系を通して聴いた時の音質嗜好の状態を m 次元の直交実ユークリッド空間における相対的ベクトル布置として表現することを考える。いま、再生特性 i の状態をベクトル Z_i 、人 p が曲 b を聴くとき、それが再生される系の特性 i によって生みだされる音質の好ましきの程度は両者のスカラー積 $Z_i A_{(pb)}$ で定まるものとする。つまり、 Z_i と $A_{(pb)}$ のなす角度を $\theta_{i(pb)}$ 、それぞれのベクトルの先端が位置している点の空間座標を z_{is} 及び $a_{s(pb)}$ と書けば空間の次元数を m としてFig. 1(便宜上 $m=2$ 次元空間として表現してある)で示される内容をもっているものとする。一方適当な心理実験を経て、 $Z_i A_{(pb)}$ に対応する観測値 $l_{i(pb)}$ の行列 L

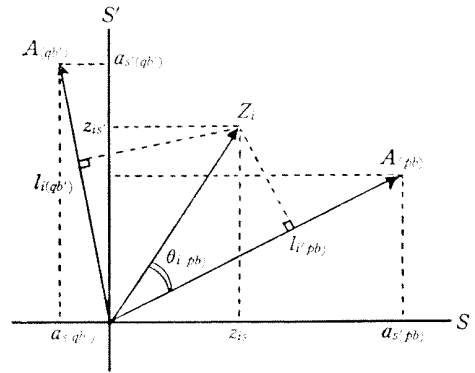


Fig. 1. 音質嗜好の空間的構造. 人 p が特性の再生系を通じて曲 b を聴く時、その音質嗜好はスカラー積 $Z_i A_{(pb)}$ で定まり、人に関するスケールファクターを別にすればその値は Z_i の $A_{(pb)}$ への直角的投影という内容をもつものとする。

を解析して、それを最もよく説明する再生特性ベクトルの行列 Z 及び人 \times 曲ベクトルの行列 A を求め、それらの布置関係から音質嗜好の空間的構造を探り、合わせて嗜好空間モデルの妥当性を検討することが本研究の目的である。その基本的数理はTucker, L.R. (1960)に与えられているが、それに幾分の変更を加えたものをAppendixに示す。

3) 実験

予はじめテープに録音された10種類の音楽曲(Table 1)の一部を先づ50~12.5 K_{cps} の周波数範囲で帯域濾波し(遮断特性18 $db/oct.$)、黒木等(1954)の周波数偏差値限界に関するデータにもとづき作製されたトーン・コントローラで更に低・高音を約5 db 強調又は抑制した場合(Fig. 2)の再生音質の好ましきが評価された。即ち低・高音の変化は各三水準で、それらの組み合わせから得られる計9種の周波数特性曲線のうち、(L₁~H₃)—低音抑制高音強調型—を除く8種類の特性曲線が再生条件として選ばれ、評価の対象とされた(L, Hはそれぞれ低・高音部を、その添字は1が抑制、2が平坦、3が強調を意味する)。受聴水準は各条件下で最も自然な受聴状態であることとし、音源別に予備実験でこれを定めている(Table 1)。試験室は残響特性がほぼ平坦で平均残響時間は約0.2秒、容積70 m^3 。再生方式は2チャンネル立体再生。被験者は慶応義塾大学心理学専攻生男女各5計10名。評価方式は直接比率推定法を利用した。すなわち、上記8再生条件の間のすべての組み合わせをつくり、各組み合わせ再生条件を通して特定の曲が5秒間隔10秒休止で提示され、被験者は前後いずれの音質が好ましいかを判断し、更に、より好ましい方を基準として他方の好ましきがどの程度の比率 $T_{ij}(pb)$ になるかを反応用紙上にひかれた10 cm の直線上にチェックするよう教示された。同一組み合わせについても順序を入れかえた場合についても評価を求めた。

Table 1. 音源の種類と受聴水準

音源 b	曲名	曲種	演奏時間	受聴水準	ダイナミックレンジ
1	Come Prima	Strings	35 sec	77 db	83 db
2	有楽町で逢いましょう	Vocal	32	75	80
3	Besame Mucho	Latin	27	75	81
4	'O Sole Mio	Vocal	28	74	81
5	An American in Paris	Musical	27	75	81.5
6	Hallelujah	Chorus	19	78	83
7	Olé Guapa	Tango	14	74	78
8	運命 (Beethoven)	Symphony	19	72	80
9	Piano Concerto No. 1 (Tchaikovski)	Piano	15	70	80
10	Violin Concerto No. 64 (Mendelssohn)	Violin	19	70	77

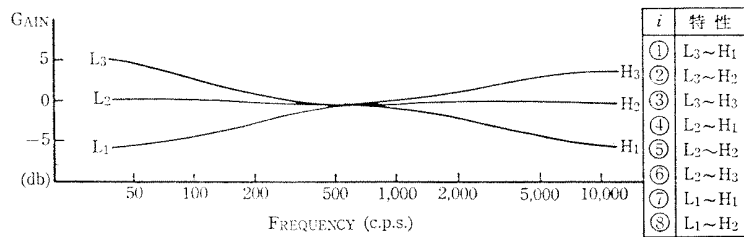


Fig. 2. 再生周波数特性の種類とその特性曲線

4) 結果

一次元嗜好尺度

比率判定データを直接比率推定法にのっとして整理し、各曲目・各被験者毎に、再生特性条件に対する好ましさの一次元比率尺度値 \hat{l}'_i (pb) を求めた、これらの値を (3) 式を満足するよう基準化した \hat{l}_i (pb) をもって空間解析の入力とするわけであるが、その前に一次元尺度の上で結果を概観しておくことにする。先づ特性別幾何平均 \hat{l}'_i を便宜上高域水準 H の函数として示すと Fig. 3 のようになる。ここでは低域水準 L はパラメータとして表現してある。特性 (L₃~H₂) が最も好まれ、(L₂~H₃) は最も好まれないという工合である。一般的に (平均的には) 1) 低音強調高音抑制 (又は平坦) 型の特性が好まれ、極端な高域強調は好まれない、2) 低・高域共に抑制された狭帯域型 (L₁~H₁)、共に強調されて中域のぬけた型 (L₃~H₃) はあまり好まれない、と言える。

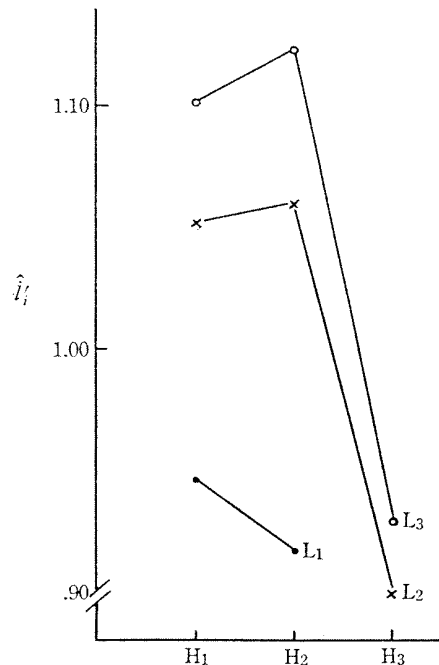


Fig. 3. 再生周波数特性とその一次元嗜好尺度値 (特性別幾何平均)

5) 嗜好空間モデルによる解析

次に、 $l_{i(pp)}$'s を再生特性条件相互間の相関行列 R ((7)式) への入力データとして、順次空間モデルによる解析を行っていく訳であるが、その際まず問題となるのは、相関行列 R の因子分析法及び R の主対角線要素即ち共通性 h_i^2 の推定である。因子分析は主因子法 (Hotelling, 1933) によった。共通性には通常 R の行中の最大値を充当することが簡便な方法として広く採用されているが、ここではそれを採らず、先づ仮りにすべての共通性を $h_i^2 = 1$ として R の固有値、

固有ベクトルを求め、その要素 z_{is} についての m^* 次元にわたる自乗和 $\hat{h}_i^2 = \sum_s z_{is}^2$ を算出して

共通性の推定値とし、もう一度この新たな共通性を充当した相関行列 R を因子分析して Z を求めた。その際 m^* の大きさをどうするかが問題になるが、これは最初の因子分析で得られた固有値の様相から $m^* = 3$ とした。音質嗜好空間は3次元でほぼ近似できるという訳である。次に(12)式に従い m^* 曲ベクトル $A_{(pb)}$ を求め、更に、これを、 b 又は p について平均し、人のみのベクトル $A_{(p)}$ 、曲のみのベクトル $A_{(b)}$ とに分割しておく。以上の諸関係を図示しながら結果を記すと次のようである。

(I) 再生特性ベクトル Z_i の布置及びそれにもとづく次元の解釈と次元数の決定。

最初に Z_i と $A_{(b)}$ の布置関係を $m = 3$ 次元のうち、適当な2軸を組み合わせて図示すると Fig. 4 (a) (b) となる。各図において特性のベクトル Z_i はその頭の位置だけを星印で、曲目ベクトル $A_{(b)}$ は矢印で表してある。Fig. 4 (a) I軸において Z_i の大なる再生特性は $\{①(L_3 \sim H_1) \cdot ④(L_2 \sim H_1) \cdot ⑦(L_1 \sim H_1)\}$ 、小なるものは $\{③(L_3 \sim H_3) \cdot ⑥(L_2 \sim H_3)\}$ 、中間ところが $\{②(L_3 \sim H_2), ⑧(L_1 \sim H_2)\}$ となっている。これらの並び方の特徴はHの共通なもので纏まっている(上記下線部注意) ことであるので、I軸は再生周波数特性の高域変化に対応する因子の存在を教える。この意味で以後I軸は高音部因子と名づける。同様に

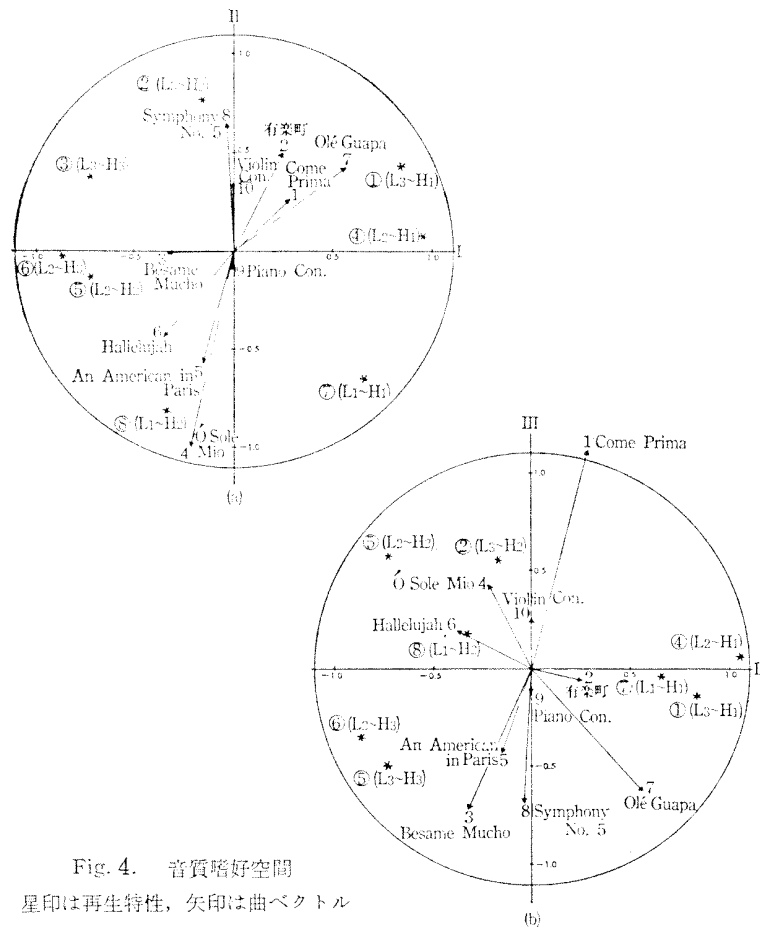


Fig. 4. 音質嗜好空間
星印は再生特性、矢印は曲ベクトル

して、II軸は低域特性の変化に対応する因子即ち低音部因子であることが明確に読みとれる。Fig. 4 (b)においてIII軸は特性曲線が平坦(⑥(L₂~H₃))即ち、変化のないものから極端に変化のあるもの(③(L₃~H₃))へと並んでいるので、いわば高低域のバランス状態に対応する因子であろうと推察される。これを以後バランス因子と呼ぶ。以上、第3因子までで全共通性の94.3%、第2因子までで81.5%、第1因子だけでは54.5%を説明出来る。

さて、次に人*曲ベクトルA_(pb)の状態はどうであろうか。I×II軸の平面でこれを図示するとFig. 5の如くである。A_(pb)はあらゆる方向に向っており、このままでは人及び曲目の特殊性に関してたとえ規則性が内在していても言及することは不能である。言うことは唯一つ、受聴者の嗜好は如何に個人的特徴の大なるものであるかということだけであろう。そこで次にA_(b)、A_(p)について検討する。

(II) 曲目と再生特性の嗜好。

モデルから明らかなように曲目ベクトルA_(b)が、特性ベクトルZ_iと同一の方向をもち且つ相対的に長い程、その曲を聴くときの特性は好まれる傾向にある。又、もし多くのA_(b)が特定の特性の方向に纏まっているようであれば、その特性は曲目の性質を越えて好まれていることになる。ここでは主としてFig. 4 (a)を中心に眺めていこう。この平面では全共通性の約8割を説明することが出来るから、ここでの結果の発言力はかなり大きいものと見なければならぬ。ところでA_(b)'sは大まかに4つのグループに分かれていることが伺われる。即ち

- (α) 第一象限に纏っている群 (b1, b2, b7, b8, b10) でいわば低音強調高音抑制型を好むグループ。
- (β) 第三象限に纏っている群 (b4, b5, b6) でいわば低音抑制高音強調型を好むグループ。
- (γ) 第一軸にあるb3の様な平坦型をよしとするもの。
- (δ) b9に代表される中庸型。(L₁~H₁)に向っていないので、中音型とは言えない。どちらかという平坦型。

等である。受聴者に関して平均する限り、特性②(L₃~H₃)、⑦(L₁~H₁)は好まれていない。

バランス(第III因子)を要求する曲目は、b1, b4, b6, b10

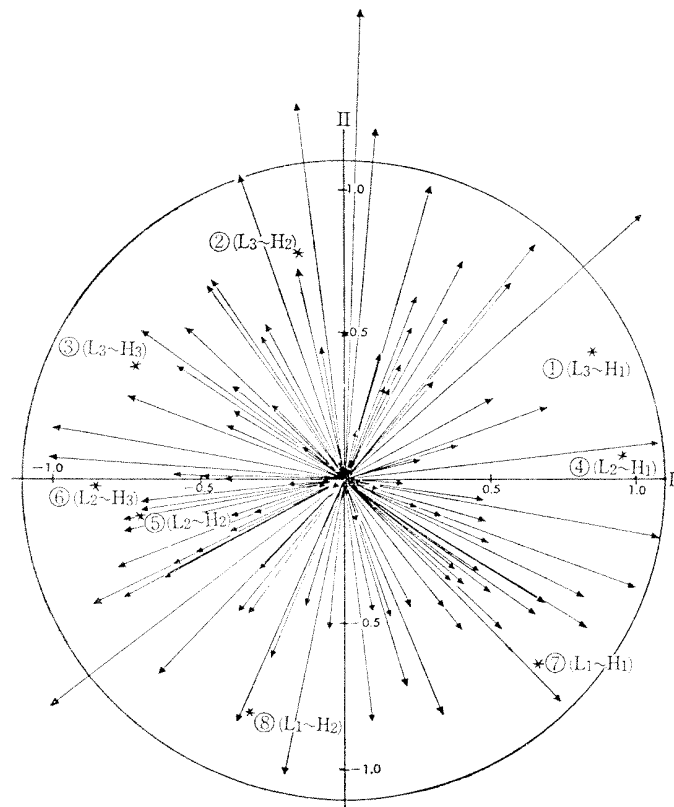


Fig. 5. 音質嗜好空間 星印は再生特性、矢印は人*曲ベクトル

(Fig. 4(b)) 等である。勿論、他の曲目ではバランス因子が重要ではないというのではないが、それらはバランスよりもむしろ低音部と高音部のいずれかが強調又は抑制されていた方が好ましく受けとめられるということであろう。b3, b5, b7, b8 などがこれに属する。

以上の結果を I × II × III 軸の三次元立体空間の中で眺め、曲目のタイプ分類を行うと Table 2 のようになる。即ち、始め I × II 平面を問題にした際には (α) 型に入れておいた b1, b10 及び (β) 型に入れておいた b6 等はむしろ III

Table 2. 再生特性の嗜好と曲目との関係

(α)	低音強調高音抑制型	b2 (有楽町) b7 (Olé Guapa) b8 (Symphony No. 5)
(β)	低音抑制高音強調型	b4 (O Sole Mio) b5 (An American)
(γ)	バランス型	b1 (Come Prima) b6 (Hallelujah) b10 (Violin Concerto)
(δ)	中音型	b9 (Piano Concerto)

軸に対しての負荷量の方が大とみて、(γ) 型の方に繰り入れた方が妥当と考えられた。前表から、絃が主体となった正統派的演奏にはバランス型特性が合うらしく、又“めり・はり”が特徴的である音源 (b4, b5) には低音部抑制高音部強調が合うらしい。又、ピアノ曲の様に音域が或る程度狭い曲では、高・低域の強調はかえって耳ざわりになるらしく、内省報告をさせると、音がこもっているとか、キンキンするとか言っておりあまり好まれていない。

(III) 受聴者のタイプ

ここでは人 p を固定して、曲目ベクトル A_(b) を描きその形状から人の評価特性の分類を試みる。Fig. 6(a) に示す被験者 S6 の曲目別ベクトルは特性 ⑦ の方向に比較的纏っているし、Fig. 6(b) に示す S5 にとっては好きな再生音質のタイプが 2~3 あって、甲種の音楽を聴く時には特性 i を、乙種のそれを聴く時には特性 j を選びわけると、中にはその傾向がもっとはなはだしくなって曲毎に好ましいとする再生特性を変える被験者 (S7, Fig. 6(c)) さえ出てくるといった工合である。これらは、それぞれ、仮りに絶対型・選択型・分散型と区別された。このうちさすがに分散型は少いようで、被験者 10 名中 1

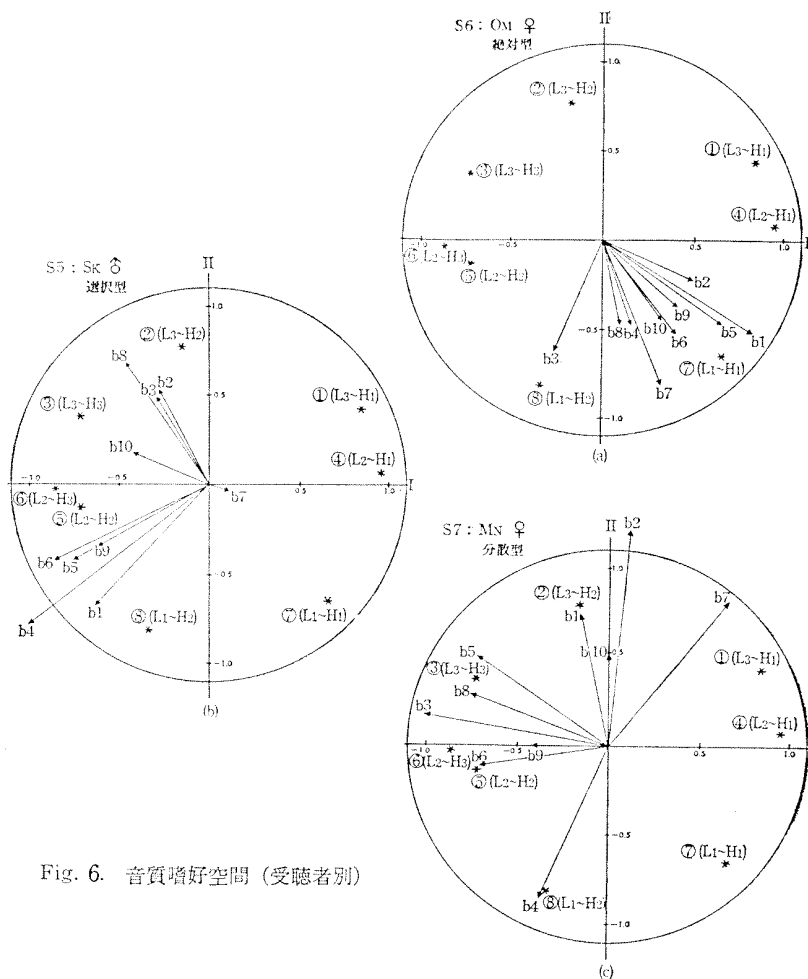


Fig. 6. 音質嗜好空間 (受聴者別)

名、絶対型3名、選択型6名であった。勿論この割合がどの程度普遍性をもつかは被験者のサンプリングに留意した実験を別に行わない限り明らかではない。

(IV) モデルの妥当性

以上音質嗜好の構造的特徴を幾つか明らかにして来たが、これらがどの程度の妥当性を有しているかは嚴重に監視されねばならない。その方法としては、解析の結果得られた特性対象ベクトルの集合 \hat{Z} 及び人*曲ベクトル A を(2b)式に代入して \hat{L} を求め、観測値の集合 L とつき合わせてその再生性を見る方法が考えられる。但し、今は計算の便宜上、 A の要素 $\hat{a}_{s(p,b)}$ を人 p にわたって平均した値 $\hat{a}_{s(b)}$

$$\text{を(1)式に代入して得られる } \hat{l}_{i(b)} = \sum_S^m \hat{z}_{i s} \hat{a}_{s(b)}$$

(b)と L の要素 $l_{i(p,b)}$ の人 p にわたる平均値 $\hat{l}_{i(b)}$ とをつき合わせることにしよう。その際、前記3因子($m=3$)にわたってこれを見たのがFig. 7である。この対応関係は、人 p にわたっての平均の上の話であるから個人別の観測値を予測するという

意味でモデルの妥当性を論ずる場合の資料としては多少割引いて評価しなければならないが、かなり満足してよい結果と思われる。

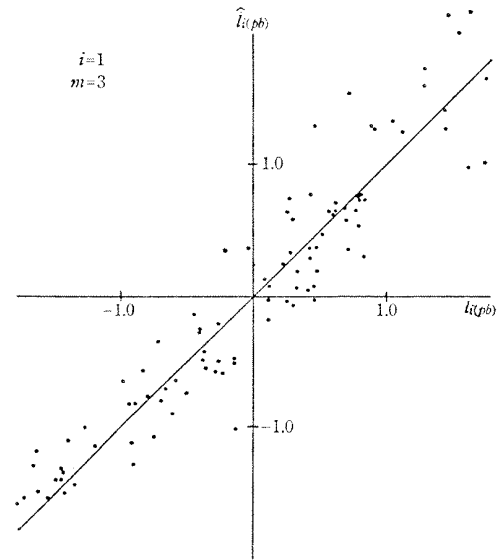


Fig. 7. 音質嗜好空間モデルの妥当性

6) 若干の考察と要約

実験結果の特徴の一つは、被験者の嗜好タイプが、絶対型、選択型、分散型などに分類されたことであった。この事実は、逆に言って、曲目を固定して考えない限り、被験者を、特定の特性のみを好む傾向があるというような幾つかのグループに区分けすることが困難であることを教えている。林等(1965)は曲目を限り、諸周波数特性のもとでの再生音を平坦なそれと比較させる実験を行った結果、被験者は低音を好む群と、高音を好む群の2群に分類されることを報告しているが、われわれにおいては上述の如く人と曲目の間に、特性嗜好に関して交互作用的要因があるようで、音源の性質を変えた場合にも林等の結論が一般化されるかどうかは問題がありそうである。

更に音質の好みは、単に再生系の物理的特性や音源の種類によって左右されるのみならず、時代の流れの函数でもある。Chinn(1945)によれば1940年代の未だ今日ほど再生機器が高級化していなかった頃は、例えば、再生系の帯域巾はむしろ狭い方が好まれていたし、Fletcher-Munson曲線に従って音量補償を行い結果的には、われわれの実験の($L_3 \sim H_2$)の特性に近い再生特性の嗜好を検討したやはりChinn等(1948)の研究によると、帯域巾の如何に拘らず、そのような特性は好まれていなかったのである。このような時代による嗜好の変遷に対処するためには、単に嗜好の調査実験を繰り返していただくだけでなく、変遷の原因を精査し、そこに流れる時間的規則性を把んで、次の変遷方向を予測することが必要である。そのための手掛りの一つは、中山等(196

6)が指摘するように嗜好の構成要因について独立的に評価を行いそれらが総合的嗜好に対してもつウェイトの時間的推移を追うことであろう。他方、ある特性を好む理由を個々の音質表現語全般にわたって明らかにし、且つこれらの関係を物理的特性と対応づけておくことも有用であるかもしれない。

最後に結果を要約すると、

1. 凹凸のある周波数特性のもとで再生された再生音の音質に対する好ましさが直接比率推定法及び嗜好空間モデルにもとづき検討された。
2. この結果、平均的には低音強調高音抑制（又は平坦）型の特性が好まれる。
3. “スカラー積モデル”に基づく限り音質嗜好空間は3次元の実ユークリッド空間として擬似できる。
4. 各次元のもつ意味は①高音部因子、②低音部因子、③バランス因子、④雑音性因子と推察される。
5. この空間内に、評価対象となった再生特性のみならず、受聴者及び音源（曲目）の状態をベクトル布置として位置づけることが試みられた。
6. その結果、音源の種類と特性との間には交互作用があり、一般に、音源の特徴をよく反映するような特性が好まれることがわかった。それらは、大きく、低音強調高音抑制型、低音抑制高音強調型、バランス型、中音型に区分される。
7. 受聴者の嗜好タイプには個人差があるけれども、音源に依存しないで特定の特性のみを好む絶対型、その種類によって二・三の特性を選択的に好みわけると選択型、及びその極端な分散型の三種類に分かれるようである。
8. 嗜好空間モデルの妥当性が検討されたが、かなり満足すべきものであった。

A p p e n d i x

*Mathematical notes for an analytical model of preference structure

$$Z_i A_{(pb)} = |Z_i| \cdot |A_{(pb)}| \cos \theta_{i(pb)} \quad (1a)$$

$$= \sum_s^m z_{is} a_{s(pb)} \quad (1a)$$

$$l_{i(pb)} = \sum_s^m z_{is} a_{s(pb)} + e_{i(pb)} \quad (2a)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} i, j = 1 \sim n \\ p, q = 1 \sim N \\ b = 1 \sim l \\ s = 1 \sim m, \\ m \leq n \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} E_{(pb)}(l_{i(pb)}) = 0 \\ V_{(pb)}(l_{i(pb)}) = 1 \end{array} \right\} \quad (3)$$

$$\left. \begin{array}{l} COV_{(pb)}(a_{s(pb)}, a_{s'(pb)}) = 0 \\ V_{(pb)}(a_{s(pb)}) = \alpha_s \end{array} \right\} \quad (4a)$$

$$\left. \begin{array}{l} E_{(pb)}(e_{i(pb)}) = 0 \\ COV_{(pb)}(e_{i(pb)}, e_{j(pb)}) = 0 \\ V_{(pb)}(e_{i(pb)}) = \epsilon_i^2 \end{array} \right\} \quad (5a)$$

$$L = ZA + E \quad (2b)$$

L : matrix of $l_{i(pb)}$, ($n \times Nl$) sections, (data)

Z : matrix of z_{is} , ($n \times m$) sections

A : matrix of $a_{s(pb)}$, ($m \times Nl$) sections

E : matrix of $e_{i(pb)}$, ($n \times Nl$) sections

$$\Gamma = AA' \quad (4b)$$

Γ : diagonal matrix of α_s , ($m \times m$) sections

$$E'E = (L - ZA)'(L - ZA) = V \quad (5b)$$

V : diagonal matrix of ϵ_i^2 , ($n \times n$) sections

$$C = LL' = (ZA + E)(ZA + E)' = Z\Gamma Z' + V \quad (6)$$

C : matrix of sums of cross products between columns
of L , ($n \times n$) sections

$$\begin{aligned} R &= C - V = Z\Gamma Z' \\ &= (Z\Gamma^{\frac{1}{2}})(Z\Gamma^{\frac{1}{2}})' \end{aligned} \quad (7)$$

R : correlation matrix, diagonals of which contain

$$h_j^2 = (1 - \epsilon_j^2)', s \text{ say, communalities}$$

$$\begin{aligned} R &= (Z\Gamma^{\frac{1}{2}})(Z\Gamma^{\frac{1}{2}})' \\ &= \dot{Z}\dot{Z}' \end{aligned} \quad (8)$$

Γ : diagonal matrix of equal α 's, ($m \times m$) sections

$$\dot{Z} = Z\Gamma^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

$$\dot{A} = \dot{Z}'\dot{Z} \quad (10a)$$

\dot{A} : diagonal matrix of eigen values $\dot{\lambda}$'s of \dot{Z}

$$\left. \begin{aligned} \sum_i^n \dot{z}_{is}^2 &= \alpha \sum_i^n z_{is}^2 = \dot{\lambda}_s \\ COV(\dot{z}_{is}, \dot{z}_{is}') &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10b)$$

$$A = A^{-1}Z'L \quad (11a)$$

$$= \Gamma^{-\frac{1}{2}}\dot{A}^{-1}\dot{Z}'L \quad (11b)$$

$$\dot{A} = \dot{A}^{-1}\dot{Z}'L \quad (12)$$

$$A = \Gamma^{-\frac{1}{2}}\dot{A} \quad (13)$$

文献

- 1) 雨宮正彦；音質評価に関する実験心理学的研究、慶応義塾大学卒業論文、1966.
- 2) Cattell, R.B. ; Factor Analysis, Harper & Brothers, 1952.
- 3) Chinn, H.A. ; Tonal-range and sound-intensity preferences of broadcast listeners. Proc. I.R.E., 1945, Sept., 571-581.
- 4) Chinn, H. & Eisenberg, P. ; Influence of reproducing system on tonalrange preferences. Proc. I.R.E., 1948, Mar., 572-580.
- 5) Ekman, G. & Künnapas, T. ; A further study of direct and indirect scaling methods. Scand. J. Psychol., 1963, 4, 77-80.
- 6) 林知己夫, 近藤暹 ; 音の好みについて、日本心理学会第29回大会報告, 1965.
- 7) Hotelling, H. ; Analysis of complex of statistical variables into principal component. J. educ., Psychol., 1933, 24, 417-441, 498-520.
- 8) 黒木総一郎 ; 聴覚の心理学。現代心理学体系 15. 1954.
- 9) 中山剛, 宮川睦男, 三浦種敏 ; 音質の総合評価。日本音響学会誌, 1966, 22, 332-339.
- 10) Tucker, L.R. ; Dimensions of preference. ETS Research Memorandum, 1960, RM-60-7, (a)
- 11) Tucker, L.R. ; Intra-individual and inter-individual multidimensionality. In Psychological Scaling, edited by Gulliksen, H. and Messick, S., 1960, 155-167, (b).