

第2章 評価方法における問題点

2.1 心理的問題点⁽¹⁾

心理測定は、人間を通して測定を行うので、ときとしてその信頼性に疑問を持たれることが多い。それは当然のことで、人間の判断は次のような種々の変動要因によって歪まされるからである。

(1) 個人差

音の実験を行う際に、聴力に差があると、当然結果に差が出てくる。特にオーディオグラムに異常がみられる場合は問題である。そのような場合、事前に聴力検査を行うことによって、不適当な被験者を排除しておくことが必要である。

心理測定で困るのは、全然理由のわからない、不確定な個人差で、ときとしては、個人差のほうが条件差より大きく出る場合がある。

刺激の感覚量を求める精神物理学の実験（音の大きさ、光の明るさ、味の濃さ、圧覚の強さなど）では、これら個人差を誤差と考える場合が多い。そして多数の被験者について実験を行った場合、この誤差は正規分布するものとみなし、平均値をもって代表値とみなす。

また、実験計画を工夫することによって、なるべく誤差を消去するよう努力するなどの対策がとられている。

この不確定な個人差の中に、従来は各人の好みが含まれていた。たとえば、風呂の適温を求める場合、熱湯好きとぬる湯好きとでは、当然、温度が異なる。これを誤差とみなすと、適温の範囲はあいまいになってしまう。

音質評価の場合、個人差は決して誤差として片付けられるべき問題ではない。最終的にある製品が特定個人に気に入られて、購入にまで至るには、むしろ個人差すなわち嗜好が決定的に重要な役割を果たしている。

小谷津はTuckerやGulliksenの嗜好空間モデルを変形したモデルを用いて、再生周波数特性の好みに関して、個人差を音質嗜好空間上に表現している。

また、林の数量化理論を用いて音質に対する個人差を分析した林と近藤の研究がある。最近ではCarrollとChangのINDSCAL手法など、従来は誤差と考えられた各人の好みを量的に把握する試みが各方面でなされている。

(2) 時間的変動

人間の状態は時々刻々変動するので、それによって測定値がバラつくことがある。たとえば疲労や単調感は弁別力を悪くするし、練習効果は弁別力をよくする。瞬間的な変動は不確定な誤差としてしか取り扱えないが、疲労や練習効果のように傾向をもったものは、刺激の呈示順序をラテン方格に組むなどの方法で分離あるいは消去することができる。

(3) ウソの反応

人間はときとしてウソをつくことがある。たとえば、見えていないのに見えたといったり、痛くないのに痛いといったりする場合である。

いき値の測定の場合には、A B法とって、Aは刺激を全然呈示しない。Bはいき値近傍の刺激を呈示し、被験者にAかBを答えさせる。Aに対する聞こえるという反応は、いわば誤りの反応であり、A B両者に対する正答率を基にし、信号検出理論を用いて値を求める方法がある（その他、A B X法のようにXがAかBのいずれかか当てさせる方法もある）。

一方、尺度法の場合にはウソの反応を見つけだすのは困難であるが、刺激系列中に同じ刺激を間をおいて2回呈示し、この2回の刺激に対する反応の間の相関係数を求めることによって、信頼性の指標とすることも行われている（再テスト法による信頼性係数）。

なお、聴力検査における他覚的検査法の利用は、この問題に対する有力なヒントとなろう。

(4) 教示

心理測定を行う前に、実験者は被験者に測定の手続きについて詳しい教示を行う。この教示が不十分であったり、被験者が教示をよく聞いていなかったりして、手続きが十分理解できていないときには、測定結果は非常に歪んだものになる。

心理測定において教示は非常に重要なので事前に十分検討し、教示の全文を紙に記載し、それを読みながら教示をするといった慎重さが要求される。教示の仕方によって測定結果が非常に変わるので、測定の報告書、記録（学会報告）には教示の全文または要旨を記載することがしばしば行われている。

また、被験者がはたして教示を理解したかどうかを知るために、練習試行を系列の前に加えることが必要である。

(5) 言葉

教示や測定項目は通常言語を用いて被験者に伝達される。しかし、その言語の意味が被験者間で、あるいは被験者と実験者の間で同じであるという保証はない。まして、日本とアメリカというように国が異なると言葉の意味、特に内包的意味が異なるおそれは十分大きい。言葉の明確な定義（操作的定義など）やクロスカルチュラル研究、あるいは測定項目に言語を用いない方法など検討が必要であろう。

(6) 被験者の測定に対する動機づけ

被験者が実験に十分熱意をもって参加しないと、結果がバラついたり、ときには刺激が変わっているのに反応はつねに同じといった妙な事態を生じることがある。実験時間が長く労力がかかり、かつ被験者の利益と関係がない測定を頼む場合には、金銭的動機づけが必要となる場合もある。また実験者と被験者の人間関係（いわゆるラポール）をよくすることも時には必要である。

(7) 測定操作による歪

被験者が測定に参加すること自体が知覚や感情に影響を与え、ありのままの姿とは異なった結果を生じることが多い。

心理測定を行うさい、被験者はどうしても理性的態度を要求されるので、感情的側面は変化を受けやすい。元来、判断するとか、言語報告をすること自体が知的作用であり、どうしても情緒的側面は影響を受けやすい。たとえば、騒音のうるささの測定等は通常の方法では困難な場合が多い。そこで種々の新しい工夫が提案されている。

このように、心理測定の変動要因は数多くある。また、ここで説明した以外にもいろいろ変動要因は考えられる。

しかし、以上記述してきたように、この変動要因をなるべく除去することや、その規則性を発見することは決して不可能事ではない。

適切な心理学的測定法を用い、実験計画を正しく立て、実験者や被験者を訓練することによって、できるかぎり、実験目的に無関係な誤差は押えるよう努めるべきであろう。

文献

- (1) 難波精一郎、池田潤平：心理測定・官能検査(1)、パラメディカルサイエンス講座、臨床科学、1966、2(1)、120-128.

2. 2 物理的問題点

楽器音の音色を評価する場合、その評価に影響する物理的諸要因について十分に検討しなければならない⁽¹⁾。音の評価の物理的側面の理想的状態を考えると、典型的な演奏室内で演奏されている楽器の放射音をうまく統合して、評価者の外耳道入口へ伝達することである。評価者の外耳道入口における音は、外耳・中耳を経て内耳の基底膜を振動させ、これによって発生した聴神経信号が脳へ到達することにより音印象を生じさせる。この音印象を評価者が評価しているのである。外耳道入口以外の種々の過程を経て振動として人体へ入力されて内耳へ音印象を生じるものも考えられるが、一般的には外耳道入口からの音入力が主要なものと考えられる。従って楽器の放射音が評価者の外耳道入口に生じる音の性質を十分に検討しておかなければならない。楽器の放射音が評価者の外耳道入口へ至るまでに、その物理的性質を変化させると考えられる諸要因を図2. 1に示す。楽器音の評価を行う目的は、これらの諸要因の影響を明らかにして、“楽器の放射音そのもの”を評価することにある。

しかしここで、“楽器の放射音そのもの”とは何かということを考えてみなければならない。図2. 1に示した諸要因の影響の中には、これを取り除くことの出来るものと出来ないものがある。例えば、演奏室・録音室・試験室などの室内音響の影響は取り除くことは出来ないし、またその影響を取り除くために無響室を使っても、一般的な楽器音の評価には意味のある資料は得られない。何故ならば、楽器は点音源ではなく一般に複雑な指向性をもっている。従って楽器の放射音は方向によって違った音を放射しているのであり、無響室内で聴く楽器の音はある方向特有の楽器の音色であって、普通に室内で聴く楽器音とは違うものとなる。楽器音の評価は無響室内ではなく、楽器音の指向性を典型的にうまく統合できる反射音を備えた室内で行わなくてはならない。従って評価者の聴く音から室内音響の影響を取りのぞくことはどうしても出来ないというよりはむしろ、室の響きが加わってはじめて楽器音は音楽の演奏に適した音となるものなのである。このように、室の響きによって楽器の放射音が変化することになるが、室によってその変化の仕方が異なってくる。そこで容積などの違う何種類かの典型的な室を使って評価を行うことが要求

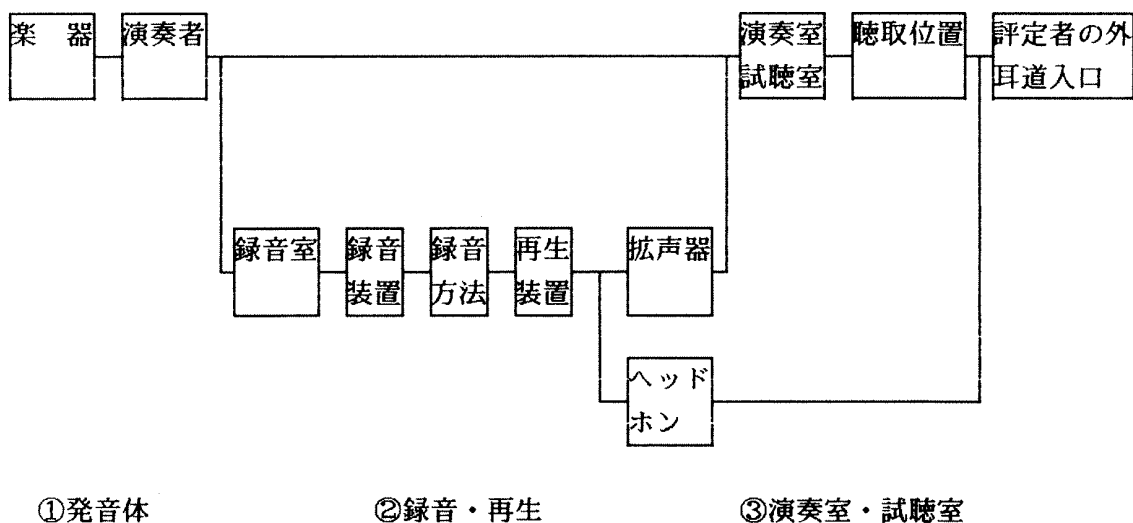


図2. 1 楽器音の評価結果に影響する諸要因

されるのである。このことはオーディオメーカーが拡声器の音質評価を種々の典型的な特性の試聴室で行っているのと同様の考え方であり、典型的な特性の室とは、室の規準振動・残響・初期反射音などのあり方を典型的なものとした室のことである。指向性のある楽器の放射音をこのような典型的な演奏室内の反射音によってうまく統合した音が"楽器の放射音そのもの"であると考えたい。とすると、この"楽器の放射音そのもの"は、現時点で究明し尽くされたものではなく、室内音響に関する新しい研究成果を取り入れて常に研究・検討を重ねてゆくべきものである。

上述の室の影響以外に図2. 1に示した諸要因が楽器音の評価結果に影響するのであり、評価者が聴く音は楽器の放射音そのものではなく、これらの影響を受けて変化した音である。これらの要因の影響を明確にしないで得られた結果は一般性を欠いた、信頼性のないものといわざるをえない。

なお一般に楽器音の評価を考える場合には、演奏者に関するものと鑑賞者に関するものの二つを考慮しておかなければならない。この両者では聴取位置が違うので、聴いている音も違って来るから、それぞれが聴いている音について別個に評価を行わなくてはならない。また、演奏者の場合には外耳道入口からの音以外に、楽器から音振動として演奏者の身体へ伝搬し、内耳の基底膜を振動させる音も考慮せねばならない場合もある。例えばバイオリンの演奏者の場合はこれにあたる。しかしここで主として取り上げることとしているピアノの場合には、床が良く振動するというような特別の場合を除けば音振動として演奏者の身体へ直接伝搬する音を考える必要はないであろう。

(1) 発音体

楽器の発音部が何らかの方法で振動させられると、楽器のすべての構成物体が振動して音を発生し、一つの連成振動体となって各部分がお互いに影響しあって振動しているもの

である。このようにして振動している楽器の発音体の主なものであることはいうまでもない。しかし、楽器が置かれている床のように、楽器に接続している物体も楽器の振動によって励振されて音を発生し、これらがまた楽器と連成振動体となって、楽器の振動状態に大なり小なり何らかの影響を与え、その音色を変化させているものである。例えば、チェロの場合には床が振動して音を発し、また床の振動がチェロの振動に影響する連成振動が発生しているのである。ピアノの場合にはチェロの場合のようにその程度は大きくはないが、ピアノの足から振動が床に伝わり、この振動により床が振動して床からも音を発生し、また床の振動がピアノの振動状態に何らかの影響を与えているものである。このように、発音体としては楽器本体のみでなく、楽器に接続して振動する物体についても検討しておく必要がある。

さらに、楽器は一般に複雑な構造のものであるので、その物理的性質も複雑である。この複雑な性質のために、物理的性質を安定に保つことがたいへん困難である。例えば、楽器本体の振動状態が、湿度、温度などの気候の影響を受けて変化し、発生音が変わる楽器があり、これらの諸要因について厳密な規定をして楽器の音色の研究を行わなくてはならない。例えば、バイオリンやピアノの音は湿度により大きく変わるものであり、湿度を十分に制御してこれらの楽器の音色の評価を行わなくてはならない。

また、演奏者の技量により楽器の音色は大きく変わることもよく知られているが、さらに演奏者の肉体的特徴をも含めて演奏者の諸特性と楽器音の物理的性質との関係を定量的に検討してその音の評価を行わなくてはならない。フルートなどの管楽器では、唇・口腔の形状などの演奏者の肉体的条件が楽器の振動状態に影響を与えることはよく知られていることで、このような場合には演奏者を楽器の一部として取り扱わなくてはならない。楽器の振動状態を規定する演奏者の種々の条件を明確にせずに行った楽器音の音色の評価結果は信頼性に欠けるものとなる。今後の楽器音に関する研究では幾人かの演奏者による音の評価して、知ろうとしている楽器の音そのものの特質を抽出するなどの方法を用いることにより、これらの点を明確に規定して結果を求めることが必要である。

(2) 録音・再生

楽器音の音色を評価する場合、音色は多次元的性質をもっているため、幾本かの音色表現語尺度を用いて評価することが多い。また相当数の評価者による評価を行ってその結果が信頼性の検定に耐えるものとする必要がある。従って、楽器の音を同じ状態で幾度も演奏することを必要とする。この場合、生の音を用いて評価するときは演奏者が全く同じ演奏をすることが必要であるが、これは大へん困難なことである。よく訓練された優れた演奏者ならば可能であろうが、このような演奏者を長時間にわたり拘束することは困難な場合が多い。

このような場合には、優秀な自動演奏装置を使用することも考えられる。電子楽器の場合には、良い自動演奏装置が開発されているのでこれを使用すればよい。ピアノやオルガンのような有鍵盤楽器の場合にも、自動演奏装置が開発されているが演奏の内容によってはまだ不十分な点が多く残されている。それ以外の楽器では音の評価に使用できるような自動演奏装置はまだ開発されていない。

そこで楽器音を録音し、代表的な音を繰り返し再生して、この再生音について評価実験を行うことが多い。この場合に問題となるのは使用する録音装置の特性、特にマイクロホンの特性、録音室（無響室を含む）の室内音響特性、楽器の録音室内での位置、楽器とマイクロホンとの相対位置、再生装置の特性、特に拡声器・ヘッドホンの特性などで、これらが再生音の音色に影響を与えることはよく知られたことである。

上述の諸条件は重要であるにも拘らず、楽器音評価の実験で上述の条件を厳密に検討したものは非常に少ない。さらに拡声器またはヘッドホンから聞こえてくる音と、楽器の放射する音との差異に十分な検討を加えて行われた楽器音の研究も殆どみられない。これらの点を明らかにせずに行われた研究は実際の楽器音の問題の究明に関して十分な参考資料となり得ない。再生音を使用する楽器音の研究を行う場合は上述の点を十分に検討して、録音・再生を行うことが必要である。

(3) 試聴室

楽器または拡声器からの音を評価する場合にその試聴室の室内音響特性、楽器等の室内での位置、楽器等と評価者との相対位置などが楽器音の音色に変化を与える要因である。これらの要因から生じる変化を十分に検討せずに行った楽器音の評価結果は信頼性に欠けるものとなる。試聴室が音響設計の行われたものであっても各周波数の音圧レベルは室内の各場所によって差異を生じるものであり、これが評価結果に無視できない大きな影響を与える場合がある。

このように試聴室内で生じる音色の変化に対して定量的な検討を行って楽器音の音色の評定結果を求めるべきである。最近では、再生音による評価を行う場合には試聴室の音場の影響を避けるために、ヘッドホンを使用することが多くなってきている。この場合にはヘッドホンの特性を十分に検討することが必要である。

(4) 評定対象楽器音の音域について

楽器音の研究は多くの場合、ある一定の音の高さで、一定の音の大きさのものについてのみ行われている場合が多い。しかし、音の高さ、音の大きさが変われば楽器音の音色は変わるものである。音域と各楽器音の音色表現語的印象との定性的な関係を、Mckay G.F. の著書⁽²⁾から引用し図2. 2に示す。このように音域が変われば楽器音の音色表現語的印象は大きく変化する。これらの音域すべてについての評定を行わなければ、その楽器音の良い、悪いを全般的に評価するための資料とはならない。

また、ハーモニーを演奏することのできる楽器の場合は、一つの音のみを演奏した場合と、ハーモニー音を演奏した場合とについても音色評価を行うことが必要であり、さらに継時的に音が演奏された場合の音色についても評価を行うことが必要である。

一つの音についてのみでなく、上述のように楽器音の全般について、さらには楽曲の演奏についての音色評価を行ってはじめて実際の音楽に使用される楽器としての音色の評価を行ったことになり、楽器の改良のための有用な資料を得たといえるであろう。

(5) おわりに

楽器音の評価を行う場合、評価対象音が評価者の外耳道入口へ到達するまでにどのような物理的性質の変化を受けているかを明らかにし、“楽器の放射音そのもの”について、音の評価を行わなくてはならない。楽器の音色をきめ、またこれを変える物理的条件は非常に多く、またそれらが複雑に関係し合っている。これらの物理的条件を、求めようとしている音の評価結果にたいして、必要にして十分な規制を行った上で楽器音の評価しなければ、得られた結果は信頼性を欠き、楽器の改良の基礎資料とはなり得ない。

今後、楽器音の評価実験はこのような点に留意して研究が行われ楽器音の改良に十分に役立つ資料が得られることが望まれる。

文献

- (1)北村 音一 :楽器音の音色評定に関する一考察、日本音響学会 音楽音響研究会資料、1962、MA85-21、.
 (2)McKay George F. :Creative Orchestration,Allyn and Bacon,1969.

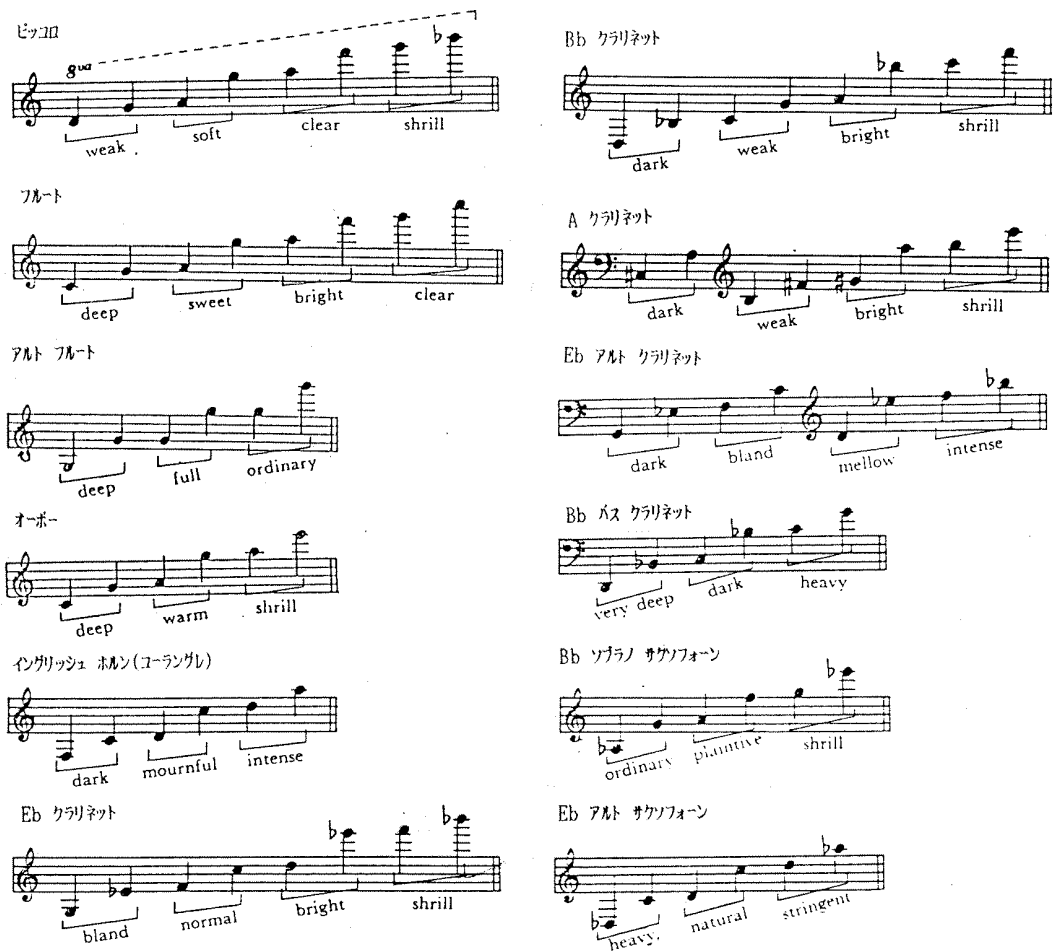


図2. 2 楽器の音域と音色表現語的印象との関係-1 (McKay)

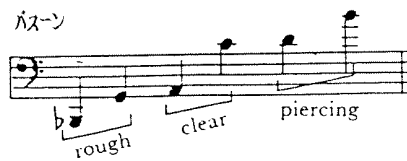
Bb テナー サクソフォーン



E♭ アルトン サックス



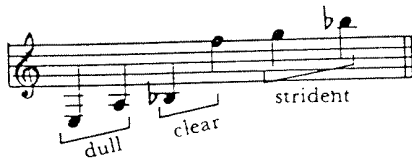
バスーン



コントラ バスーン



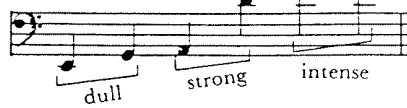
Bb トランペット



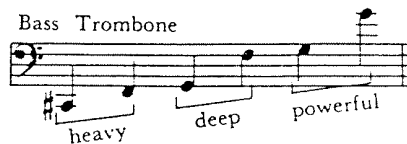
ホルン



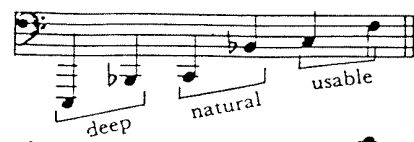
Bb トロンボーン



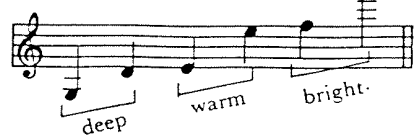
バス トロンボーン



チューバ



バイオリン



ビオラ



セロ



バス



ハーブ

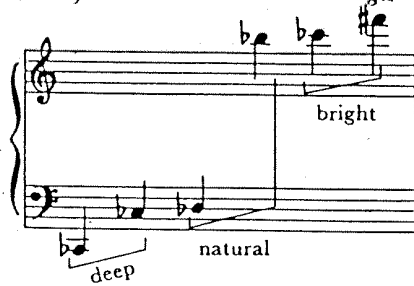


図2.2 楽器の音域と音色表現語的印象との関係-2 (McKay)