

第2に図3.3に示すように特定の尺度について物理量との対応関係を求める。

第3に時には図3.4に示すように各因子毎に因子得点を求めて物理量と対応づける。ここではタンカー船室内騒音の例を示す。

これらの整理によって、音源の特徴および物理量（本例では dBA）と心理量（SD法のカテゴリー尺度値または因子得点）との関係について知ることができる。

(3) まとめ

SD法は、いったん次元の決定と、その代表尺度の選定が行われたら、その尺度を用いて、対象を測定するのはたいへん容易である。ソーン尺度のような物理量と心理量の間の一対一対応を目指すのでなければ（すなわち、取り合えず測定のみを目指すならば）適用範囲の非常に広い方法である。

SD法でたいへん慎重に行う必要のあるのは代表尺度の選定で、因子の不変性、尺度の意味の不変性を十分確認しておく必要がある。

また、両極尺度の対の選定も、合理的基準に基づいて行うべきであろう。

3.1.2 SD法の実例

音にSD法を適用した最初の例として、艦船探知用のソナーの受信音を音源とし、50本の評定尺度を用い、訓練中のソナー係に判断させた実験がある。セントロイド法による因子分析の結果、八つの因子が抽出されているが、第1因子として“気持ちのよい—いらさらさせる”、“快—不快”等に負荷量の高い評価(evaluation)因子、第2因子として“大きい—小さい”、“重い—軽い”、“粗い—滑らか”等に負荷量の高い力量(potency)因子、第3因子が“鋭い—にぶい”、“はっきりした—ぼんやりした”、“きっちりした—ゆるんだ”等に負荷量の高い活動(activity)因子が得られている(Solomon, 1954) [Osgood et al., 1957より引用]⁽⁷⁾。

日本語による音色表現に関しては、北村ほか⁽²⁾⁽⁸⁾ 1961年以来の一連の実験にお

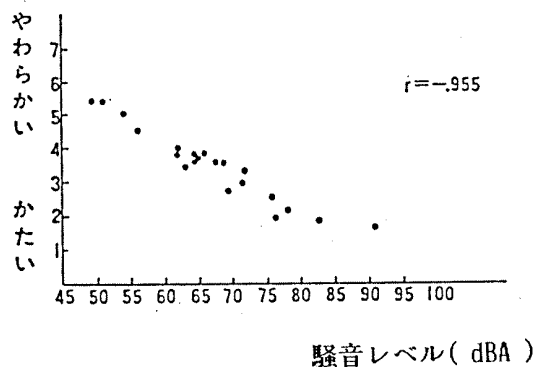


図3.3 船舶騒音

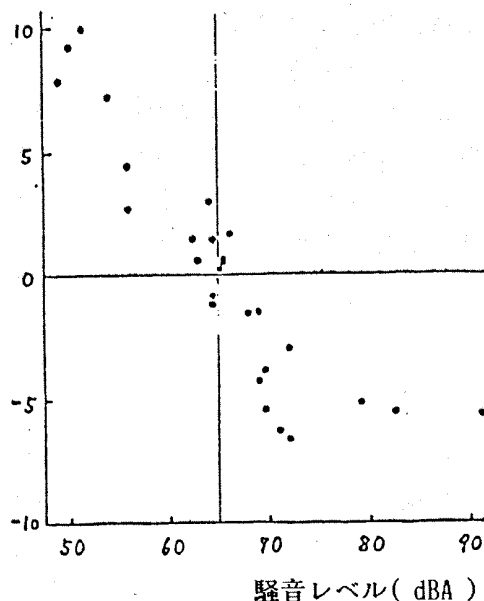


図3.4 船舶騒音 (因子得点)

いて、音色因子の抽出と、音源・尺度・被験者の相違を越えて因子の不変性(factorial invariance)が存在するか否かの検討を行っている[たとえば、北村ほか、1961； Kitamura et al.,1968]。音源には種々の音楽、もの音、音声等を用い、かつ伝送再生系(アンプ・スピーカー)の特性をかえ、尺度も200に近い音色表現語の中から予備実験によって適切な言葉を選び、さらに被験者、実験場所等をかえて十数回の実験を反復しておこなった。このように条件が変化しているにもかかわらず、第1因子として"美しいーきたない"、"澄んだー濁った"、"うるおいのあるーカサカサした"等、音の美しさ・快さと関係ある美的因子、第2因子として"迫力のあるーもの足りない"、"豊かなー貧弱な"、"大きいー小さい"等、音の豊かさ、迫力感と関係のある迫力因子、第3因子として"落ちついたーかん高い"、"金属性のー深みのある"、"高いー低い"等、音のかん高さの印象と関係のある金属性因子が得られた。

なお同じ時期に、曾根ら[1962]⁽⁶⁾は、音源に残響を付加した音や、スピーカーの最低共振の特性を変化させた音を用い、21の評定尺度を用いて実験を行っているが、北村らとほぼ同様の因子を得ている。

なおその後、北村ら[1978]⁽³⁾は、アンケートによって800語の音色表現語を集め、意味内容が特殊だったり、音楽内容の表現に使用されている言葉を除いて、130語について評定尺度を構成し、音楽を中心とする音源を用いて実験をおこなっている。主因子法による分析およびバリマックス回転後の結果を表3.1に示す。

第1因子は音のなめらかさ・しなやかさを表す音の耳ざわりの有無の因子、第2因子は音が鮮やかな・はっきりしたという音の鮮明さの因子、第3因子には音の太さ・迫力の因子、第4因子は音の派手さの因子と解釈されている。

北村・難波らの従来の音色の研究と比較すると、第1因子は従来の美的因子に、第2と第4因子は金属性因子に、第3因子は迫力因子にはほぼ対応することになる。ただし北村によると、第4因子には明瞭な単純構造を示す表現語対がないので金属性因子と似てはいるが、その性格ははっきりしないと述べている。

厨川ら[1978 a,b]⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾は合成音、楽器音、管弦楽音等、231種の音源をSD法の要領で38語の表現用語を用いて評定させ、表現語の音色評価空間における布値をMDS⁽⁴⁾で求めている。厨川らは3主属性として、高さ、大きさ、快さの直交軸を求め、さらに、この3軸により区分される8象限中、重心から斜めに対称な象限を結ぶ4軸を求め、この4軸を4副属性と名付けている。すなわち協和性(澄んだー濁った)、明るさ(明るいー暗い)、なめらかさ(なめらかなー荒い)、豊かさ(豊かなーやせた)の4軸である。

最も効率的に音色空間を定義するのが直交軸と考えると、結局、上記の諸研究を通じて、迫力等大きさに関する軸、かん高さなど高さに関する軸、および音の美しさ・快さに関する軸が共通に得られていることが分る。音色は実に微妙で言語ではなかなか表現できない側面をもった複雑な属性と考えられるが、このように直交次元で定義すると比較的少ない次元で安定して音色を測定しうることが分る。

ところで、元来、音色の定義として大きさ、高さが一定でも異なった感じを与えるのが音色とされてきた。しかし上述の分析では、大きさ、高さが重要な次元として含まれてい

て、音色のみが純粹に取り出されていないのではないかという批判がある。Plomp [1976]
 (5)も北村らの研究に関し、この点を問題にしている。

そこで、G. von Bismarck⁽¹⁾は図3. 5に示すように、基本周波数が200Hz一定で

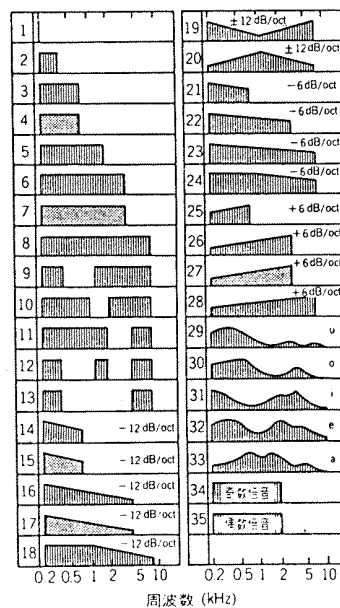
音色表現語	反対語間の 相関係数	因子負荷量			
		1	2	3	4
きれいな-汚ない	-0.542	-0.717	-0.248	0.126	0.171
繊細な-荒れた	-0.335	-0.711	-0.106	0.259	0.225
深みのある-粗野な	-0.486	-0.650	0.048	-0.193	0.391
きめの細かい-粗い	-0.525	-0.699	-0.132	0.209	0.164
ごつごつした-まろやかな	-0.569	0.693	-0.197	-0.067	-0.357
ざらざらした-なめらかな	-0.604	0.739	-0.115	-0.020	-0.275
かさかさした-しなやかな	-0.539	0.753	-0.036	0.125	-0.123
生気のない-つやのある	-0.230	0.564	0.297	0.117	0.009
かわいた-うるおいのある	-0.455	0.723	-0.145	0.183	-0.151
割れた-融け合った	-0.454	0.741	-0.155	0.120	-0.252
かすれた-満ち足りた	-0.409	0.693	0.071	0.390	-0.035
抜けのいい-こもった	-0.555	-0.113	-0.728	0.048	-0.231
縮りのない-芯のある	-0.463	-0.017	0.636	0.256	-0.001
鋭い-鈍い	-0.378	0.123	-0.710	0.135	-0.348
鼻にかかった-張りのある	-0.412	0.014	0.657	0.143	0.209
はっきりとした-ぼやけた	-0.646	0.057	-0.792	0.083	-0.278
歯切れの悪い-切れ味のよい	-0.630	0.041	0.780	-0.103	0.178
引き締まった-たるんだ	-0.547	-0.027	-0.784	-0.106	-0.124
鮮やかな-ぼけた	-0.545	-0.088	-0.822	0.020	-0.229
太い-細い	-0.445	0.039	0.052	-0.789	0.031
弱々しい-力強い	-0.733	-0.131	0.261	0.725	0.346
厚みのある-薄っぺらな	-0.539	-0.224	0.039	-0.756	0.055
豊かな-貧弱な	-0.571	-0.413	-0.053	-0.673	0.061
重い-軽い	-0.485	0.106	0.234	-0.696	0.105
もの足りない-迫力のある	-0.544	0.002	0.296	0.707	0.286
地味な-派手な	-0.678	-0.061	0.400	0.002	0.718
あまい-キンキンした	-0.520	-0.386	0.388	-0.059	0.617
おとなしい-激しい	-0.786	-0.354	0.288	0.293	0.689
おだやかな-騒々しい	-0.757	-0.458	0.158	0.140	0.702
落ちついた-けばけばしい	-0.665	-0.414	0.271	-0.103	0.710
静かな-つんざくような	-0.706	-0.325	0.267	0.160	0.738
とげとげしい-丸みのある	-0.739	0.514	-0.320	0.066	-0.542
やせた-拡がりのある	-0.387	0.542	-0.002	0.517	-0.016
明るい-暗い	-0.727	-0.266	-0.418	0.154	-0.376
固い-柔らかい	-0.712	0.466	-0.472	0.030	-0.383
澄んだ-濁った	-0.615	-0.598	-0.446	0.276	0.118
つまった-ひびきのある	-0.188	0.410	0.428	0.189	0.087
金属性の-しっとりとした	-0.493	0.434	-0.332	0.158	-0.567
淡い-生々しい	-0.143	-0.220	0.314	0.282	0.381
冷たい-暖みのある	-0.649	0.300	-0.324	0.214	-0.299
因子寄与率(%)		30	25	16	19

表3. 1 音色の因子：主因子法、バリマックス回転後の結果 [北村ら、1978]

スペクトル構造を異にする35種の音を用い、かつ大きさが一定になるようにマッチングさせた後、表3.2に示す30の形容詞対よりなる7段階尺度を用いて音色の判断をおこなわせている。被験者は16名で内8名は音楽の訓練を受けた人、他の8人は訓練を受けていない人である。

主因子法による分析、バリマックス回転後の因子負荷量を表3.2に示す。四つの因子が抽出されているが、主要な因子は最初の二つで、第1因子が鋭さ(sharpness)、第2因子が密度の高さ(compactness)と名付けられている。

von Bismarckによると、音刺激の最高周波数が高くなるか、あるいはスペクトル・エンベロープの勾配が減少すると鋭さは増加するとし、一方、密度の高さは被験者が複合音と雑音とを区別する属性として用いられているとのことである。



基本周波数 200 Hz 一定で、スペクトル・エンベロープを異にする刺激 [von Bismarck, 1974]
 縦線は複合音を示し、網目は雑音を示す。-12 dB/oct, +6 dB/octなどはエンベロープの傾き(オクターブごとに12dBの減退, 6dBの増加)を示す。

図3.5

	因子				分散 (%)
	I	II	III	IV	
1 hard—soft	0.93	-0.07	-0.26	0.15	97
2 sharp—dull	0.92	0.03	-0.32	-0.02	95
3 angular—rounded	0.91	-0.08	-0.26	0.25	97
4 obtrusive—reserved	0.89	-0.26	-0.21	0.23	96
5 unpleasant—pleasant	0.89	-0.14	-0.21	0.34	98
6 tense—relaxed	0.88	-0.05	-0.22	0.36	94
7 loud—soft	0.87	-0.18	-0.19	0.19	87
8 violent—gentle	0.80	-0.49	-0.21	0.21	96
9 bright—dark	0.80	0.04	-0.48	-0.23	92
10 strong—weak	0.79	-0.45	-0.15	0.14	86
11 high—low	0.78	0.05	-0.41	-0.29	88
12 rough—smooth	0.76	-0.42	-0.17	0.41	94
13 restless—calm	0.75	-0.57	-0.19	0.20	96
14 complex—simple	0.71	-0.57	-0.14	0.29	94
15 coarse—fine	0.70	-0.55	-0.11	0.38	95
16 dirty—clean	0.64	-0.63	-0.16	0.35	95
17 compact—scattered	0.14	0.86	0.34	0.23	92
18 boring—interesting	-0.21	0.82	-0.08	0.38	86
19 narrow—broad	0.43	0.81	-0.19	-0.02	87
20 closed—open	0.26	0.77	0.02	0.42	84
21 dead—lively	-0.42	0.72	-0.06	0.42	87
22 tight—wide	0.63	0.71	-0.02	0.19	94
23 ringing—dampened	0.46	0.70	-0.18	-0.43	91
24 pure—mixed	-0.60	0.69	0.15	-0.29	96
25 thin—thick	0.45	0.54	-0.50	-0.34	85
26 empty—full	0.31	0.44	0.76	-0.08	88
27 colourless—colourful	-0.42	-0.38	-0.03	0.71	82
28 dim—brilliant	-0.51	-0.54	0.17	0.58	91
29 solid—hollow	0.46	-0.22	0.47	0.57	81
30 heavy—light	-0.37	-0.31	0.54	0.56	83
分散の総計 (%)	44	26	9	12	91

表3.2 音色の因子 [von Bismarck, 1974]

文献

- (1) von Bismarck, G. : Timbre of steady sound: A factorial investigations of its verbal attributes, *Acustica*, 1974, 30, 146-159.
- (2) Kitamura, O., Namba, S. and Matsumoto, R., : Factor analytical research of tone colour. The proceedings of the 6th international congress on acoustics. 1968, A-5-11.
- (3) 北村音一、二井真一郎、栗山譲二、増田 昇 : 昭和50年代の青少年に関する音色因子の抽出、日本音響学会聴覚研究委員会資料、1978, 11-51-11.
- (4) Miller, J.R. and Carterette, E.C. : Perceptual space for musical structures,

- Journal of the Acoustical Society of America, 1975, 58, 711-720.
- (5) Plomp, R.: Aspects of tone sensation. Academic press., 1976.
- (6) 曾根敏夫、城戸健一、二村忠元 : 音の評価に使われることばの分析、日本音響学会誌、1962、18、320-326.
- (7) Osgood, C.E., Suci, G.J., & Tannenbaum, P.H. : The measurement of meaning, Illinois Press, 1957.
- (8) 北村音彦、難波精一郎、三戸左内、 : 再生音の心理的評価について、電気通信専門委員会資料、1962.2.
- (この他、音色のSD法による研究は1961年以来ほぼ10年間に亘り、音響学会講演文集に報告されている。)
- (9) 厨川 守、八尋博司、柏木成豪 : 音質評価のための7属性、日本音響学会誌、1978a, 34(9), 493-500.
- (10) 厨川 守、八尋博司、柏木成豪 : 音の7属性の性格について、日本音響学会誌、1978b, 34(9), 501-509.

3. 2 MDS法

心理学、行動科学、社会学などの分野では、心理実験あるいはアンケート調査などでさまざまな種類のデータが収集される。MDS法（多次元尺度構成法；multi-dimensional scaling；略して、MDS）とは、これらのデータを分析し、人間の知覚あるいは認識の構造を視覚的に理解しやすくするために、幾何学的モデルで表現する方法である。

はじめてMDSを実用的な形にまとめたのは1958年のW.S.Torgersonであったが、その後20年余りの間に、電子計算機の急速な発展に伴ってMDSの多くの手法が開発されてきた。

ここでは、はじめにMDSの基本的な考え方について簡単に説明し、その後、音色に関する心理実験データの分析など実際の応用例について述べる。

3. 2. 1 MDS概論

MDSとはどのような手法であるかを説明するのに、次のような例がある。すなわち、図3.6は米国内のいくつかの都市の位置を示す地図である。この地図から、表3.3に示す各都市間の距離関係を表す距離行列を作成することは容易である。ものさしで地図上都市間の間隔を測り、縮尺の逆数を掛ければよい。