

まえがき

「音の3要素」というのは、聴覚的印象としての「音」がもつ、音の大きさ、音の高さ、音色の三つの側面を意味する。このうち、音の大きさ、音の高さに関しては、その心理的性質も単純で、物理量との対応関係も明確で、理解のしやすい側面であろう。古くから研究が行われ、体系的な知見も得られている。

音の大きさ、高さとともに、音の3要素を構成している「音色」であるが、大きさ、高さとは同列に論じられないほど、複雑な様相を呈する性質である。研究は多面的に行われているが、音色の知覚過程を体系化することは容易ではない。しかし、学問的にとらえるのに非常に難しい側面でありながら、日常生活においては、音色は非常に身近な存在である。

オーケストラがあれば多くの楽器を使い大編成を必要とするのは、われわれが多様な楽器の音色の違いを味わう能力があるからである。レコーディングで、録音エンジニアが細かいニュアンスの音質に気づかい、最大の注意を払って音楽を創造するのは、われわれが微妙なニュアンスを感じ取っているからである。蓄音機が電気蓄音機になり、ステレオ、デジタル、5.1サラウンドと音響機器が進化を続けるのも、より豊かな空間性を追い求めるわれわれの聴覚にアピールするためである。

自動車のエンジン音を聞いて不具合を感じ取ったり、ドアの開閉音で仕上げの高級感を感じたりするのも、われわれが音色の違いを感じ取っていることによる。言葉を聞いて内容を理解するのも、電話や携帯電話の音質の違いを感じ取れるのも、音色の違いによってである。

音色（あるいは音質）は多次元的で、対応する物理量も複雑であるため、その全体像を体系化することは難しい。また、音色が関わる研究対象は音楽から騒音に及び、その全体像を理解することもたやすくはない。

本書では、音色・音質という音のもつ感性的な側面に焦点をあて、その特徴に多角的に迫り、またこれまで行われてきた音色・音質研究を総括し、その知見の体系化を試みる。

第1章では、音色・音質の特徴を述べるとともに、音色・音質の特徴を理解するための最低限の基礎知識として、音を規定する物理量と聴覚の仕組みを解説し、音質・音色を評価する手法を紹介する（岩宮）。

第2章では、音質・音色を表現する手法として用いられる、音質・音色の印象を表す形容詞とこれを集約した音色因子、および音のイメージを表現する擬音語について解説する（岩宮、高田、山内、藤沢）。

第3章では、音色・音質と周波数スペクトル、立上がり、減衰、変動などの音響的特徴の関係について解説する（小澤）。

第4章では、シャープネス、フラクチュエーションストレングス、ラフネスといった最近利用されることが増えてきた音質評価指標について、聴覚の機能に立脚して解説する（高田）。

第5章では、音響機器、楽器、室内の音、音声、機械音、サイン音などを対象として実施されている音色・音質研究成果について、最新の成果を織り交ぜて解説する（岩宮、小坂、高田、山内）。

第6章では、音楽の分野で求められる、新たな音色の創出技術について解説する（小坂）。

音色・音質の研究は、騒音制御から音楽芸術にまで及ぶ、学際的な分野である。音色・音質に対する多様なアプローチを総括する書として、本書を企画した。音色・音質は、音の感性に関わる最も重要な側面であり、音響学の各分野に関わる事項で、多くの方に興味をもっていただけるだろう。

本書を出版する機会を与えてくださった日本音響学会およびコロナ社に深く感謝する。

2010年8月

著者を代表して 岩宮眞一郎

目 次

第1章 音色・音質の特徴とその評価

1.1 音色の特徴とその評価	1
1.1.1 音色という言葉	1
1.1.2 音色の定義とその問題点	2
1.1.3 音の3要素と音色	3
1.1.4 音色の印象的側面と識別的側面	5
1.1.5 擬音語—音の感性を伝える言葉—	7
1.1.6 音色と音質	9
1.2 音色を規定する物理量と知覚する聴覚の仕組み	9
1.2.1 音とは何か?	9
1.2.2 縦波と横波	10
1.2.3 純音	11
1.2.4 複合音	12
1.2.5 位相	15
1.2.6 ノイズ	16
1.2.7 うなり	17
1.2.8 デシベルという単位	17
1.2.9 聴覚の仕組み	18
1.2.10 聴覚フィルタ	21
1.3 音色の評価手法	22
1.3.1 心理物理学的測定法	23
1.3.2 心理学的尺度構成法	24
1.3.3 多次元尺度構成法	30
1.3.4 多変量解析	32
1.3.5 SD法	35
引用・参考文献	35

第2章 音色・音質を表現する手法

2.1 音色評価尺度—音色・音質評価に使われる形容詞の利用—	37
2.1.1 音色因子—音色評価尺度の因子分析—	38
2.1.2 音質評価のための7属性(3主属性と4副属性)	42
2.1.3 音色表現語の階層構造	43
2.1.4 海外における音色評価尺度に関する研究	45
2.2 音の印象を表す擬音語	49
2.2.1 純音に対する擬音語表現	51
2.2.2 環境音の音色を表す擬音語表現	52
2.2.3 擬音語からイメージされる音の印象	57
2.2.4 擬音語の可能性	61
引用・参考文献	61

第3章 音色・音質を決める音響的特徴

3.1 音色の分類	64
3.2 静的音色	66
3.2.1 振幅スペクトルと音色の関係	66
3.2.2 位相スペクトルと音色の関係	69
3.2.3 周波数スペクトルの相違と音色の類似度の関係	73
3.2.4 聴覚系内スペクトル表現と音色の関係	75
3.3 準静的音色	76
3.3.1 正弦波により振幅変調された正弦波の音色	76
3.3.2 複雑な波形により振幅変調された正弦波の音色	77
3.3.3 複合音の協和性	79
3.4 動的音色	81
3.4.1 楽器音の聴き分け	81
3.4.2 成分音の過渡特性の分析/合成	84
3.4.3 楽器音の音色に及ぼす過渡特性の影響	85
3.4.4 動的音色の視覚的表現	87
3.4.5 子音の聴き分け	88
3.5 準動的音色	90

3.5.1 FM音の知覚	90
3.5.2 ビブラートと音色の関係	91
引用・参考文献	92

第4章 音質評価指標

4.1 音質評価指標とは	96
4.2 各種の音質評価指標	97
4.2.1 ラウドネス	97
4.2.2 シャープネス	105
4.2.3 ラフネス	106
4.2.4 フラクチュエーションストレングス	109
4.2.5 トーン・トゥ・ノイズレシオ, プロミネンスレシオ	111
4.2.6 感覚的快さ	113
4.3 音質評価システムの実際	113
4.4 音質シミュレーション	115
引用・参考文献	119

第5章 音色・音質評価のさまざまな対象

5.1 音響機器の音質	122
5.1.1 音響機器の音質を決める心理的要因と音響特性との関係	122
5.1.2 立体音響の音質評価—ステレオ再生の効果—	124
5.1.3 総合的な音質評価	126
5.1.4 再生音の音質に及ぼす視覚情報の影響	128
5.1.5 岐路に立つデジタルオーディオと音質評価	129
5.2 楽器音の音色	132
5.2.1 楽器の音色を規定する音響特性	132
5.2.2 楽器の音色の特徴を決定する要因	133
5.2.3 楽器音の立上がりと減衰過程が音色に及ぼす影響	134
5.2.4 ビブラートの効果	136

5.2.5	各種の楽器音の音色の特徴を包括的にとらえる	137
5.2.6	名器「ストラディバリウス」の音質	140
5.3	コンサートホール（聴くための空間）の音質評価	141
5.3.1	コンサートホールに求められる音響条件	141
5.3.2	ヨーロッパのコンサートホールの音質比較	143
5.3.3	両耳間相関係数と「広がり感」	145
5.3.4	「見かけの音源の幅」と「音に包まれた感じ」	147
5.4	音 声	149
5.4.1	通話品質に影響を与える諸要因	149
5.4.2	明瞭度, AEN, および関連尺度	151
5.4.3	通話音量に基づく尺度 RE および LR	152
5.4.4	通話の満足度を表す平均オピニオン値 MOS	153
5.4.5	その他の通話品質の評価尺度 プリファレンススコア	155
5.4.6	通話品質の客観評価モデルの必要性	155
5.4.7	基本的支配要因を対象とした 通話品質客観評価モデルの概要	156
5.4.8	モデルの適用と検証結果	158
5.4.9	通話品質の評価モデルの拡張	158
5.4.10	現在の評価モデル	159
5.5	機 械 音	159
5.5.1	機械製品における音質評価の重要性	159
5.5.2	音質評価の手法	160
5.5.3	合成音を用いた音質評価	164
5.5.4	音質に影響する音響的特徴と音質評価指標	165
5.5.5	音質評価に基づいた対策と音のデザイン	168
5.5.6	音質と製品のイメージ	169
5.5.7	音質改善がもたらす経済効果	170
5.5.8	今後の展開	172
5.6	サイン音	173
5.6.1	サイン音の特徴—サイン音とはなにか—	174
5.6.2	サイン音の評価研究事例	175
5.6.3	擬音語を利用したサイン音評価	180
5.6.4	視覚障害者のためのサイン音	185
5.6.5	サイン音に求められるもの	187

引用・参考文献	188
---------	-----

第6章 音色の創出

6.1 音色の概観	196
6.1.1 音色の構造	196
6.1.2 音楽における音色の役割	198
6.1.3 楽器音における音色	199
6.2 電子音の音色とその合成	201
6.2.1 ミュージックコンクレートと電子音楽	201
6.2.2 電子音の大分類とその発展	202
6.3 コンピュータ音楽における楽音合成方式とその音色の分類	204
6.3.1 電子音色の分類	206
6.3.2 波形テーブル参照型	207
6.3.3 ユニットジェネレータ	208
6.3.4 非線形処理方式	209
6.3.5 物理モデル	209
6.3.6 分析/合成方式	210
6.3.7 走査合成方式	212
6.4 応用エフェクト	213
6.4.1 音色モーフィング	213
6.4.2 物理モデルによる音色モーフィング	215
6.4.3 混声音	215
6.5 音色の記述方法	216
6.5.1 IPA	217
6.5.2 嗶声の評価法にみる声質の記法	219
引用・参考文献	220

索引	222
----	-----

第1章

音色・音質の特徴とその評価

1.1 音色の特徴とその評価

耳には蓋がないため、われわれは絶えずいろんな音を聞いている。「いろんな」音の違いを表すのが「音色」である。われわれが、環境音から情報を得る、会話する、音楽を楽しむことができるのは、音色を知覚する能力が基礎になっている。音色の性質は複雑であるが、その分、われわれが音色を通して受け取る情報は豊富である。

1.1.1 音色という言葉

音色は、「ねいろ」または「おんしょく」と発音されるが、日本語としてはもともと「ねいろ」が本来の発音であろう。「おんしょく」は、「音色主義（おんしょくしゅぎ）」などのように、音楽などで特殊な対象に対して用いられた読み方が一般化したものと考えられる。現在でも、音楽関係で音色を調整、加工する場合には、「おんしょく」が用いられることが多い。

音色は、英語では、timbre または tone color (sound color ともいう) である。ただし、timbre は、もともとフランス語である。timbre は、音響の専門用語としては、ASA (American Standards Association) 等できちんと定義（じつは、この定義が問題となるのであるが）された用語であるが、英語を母国語とする一般人にとって、日常的になじみのある言葉ではない。

1.1.2 音色の定義とその問題点

日本工業規格（Japanese Industrial Standards, JIS）の音響用語の規格（JIS Z 8106：2000）によると、音色は、「聴覚に関する音の属性の一つで、物理的に異なる二つの音が、たとえ同じ音の大きさおよび高さであっても異なった感じに聞こえるとき、その相違に対応する属性」と定義されている。さらに、備考として「音色は、主として音の波形に依存するが、音圧、音の時間変化にも関係する。」との記述が添えられている。

JISの定義は、ASAの定義を踏襲したものであるが、もともとはヘルムホルツの考えの流れをくむものといわれている。ヘルムホルツの“On the sensation of tones”（ドイツ語版原著、1863年、Dover版英訳、1954年）によると、「バイオリン、フルート、クラリネットおよび歌声が、同じ音符を同じ高さで演奏されるとき、バイオリンの音を他のものと区別する特性を音色（quality of tone）と呼ぶ」と記述されている^{1)†}。

確かに、ピアノ、バイオリン、クラリネット、オーボエ、トランペット、歌声が同じ大きさ、高さで次々に演奏されるのを聴くと、どの楽器が演奏されたのかはたやすくわかる。その違いを生じさせている要因が音色なのである。

しかし、JIS流の定義を^{しごくし}杓子定規に受け取ると、高さ、大きさの異なる「音色」は、比較できない（定義されていないので）ことになってしまう。この点に関して多くの批判があり、新たな提案がなされている（JISも少し変更されている）。

例えば、PrattとDoakは、ASAの定義への不満を述べ、音色の定義に関する新たな提言を行っている²⁾。彼らは、 C_4 (262 Hz) の高さ、 f (フォルテ) で演奏されたトロンボーンの声（第1音）と A_4 (440 Hz) の高さ、 p (ピアノ) で演奏されたフルートの音（第2音）の主観的な印象の違いを例にして、音色について考察している。

二つの音の違いは、三つの観点からなされる。まずは、音の大きさの違い

[†] 肩付数字は各章末の引用・参考文献番号を示す。

で、第1音のほうが第2音より大きい。次に同様に、音の高さの違いによっても、2音の印象の違いがわかる。第2音のほうが高い。三つめが楽器の違いに基づくものである。この場合、トロンボーンとフルートの違いで、容易にその違いがわかる。

高さ、大きさが同じであれば、楽器の違いがわかる。しかし、高さ、大きさが違っていても、この例でわかるように、楽器の違いを判断することは可能である。つまり、音の大きさ、高さの性質を取り除くことと、それをいずれも一定にすることは、必ずしも同じではない。そこで、PrattとDoakは、音色の定義として、「音色とは、音の大きさ、高さ、持続感以外の、なんらかの判断基準を用いて、二つの音を違うと判断できる感覚の性質のことである」と提言している。

ただ、この定義にしても、宮坂が主張するように³⁾、音色のことを積極的に定義したものではなく、音から受け取る聴感上の印象から、音響心理学的にも比較的よくわかっている三つの性質（大きさ、高さ、持続感）を取り除いた残りを、「音色」という「ごみ箱」に投げ込んでいるにすぎない。

1.1.3 音の3要素と音色

「音」には、媒質（本書では扱う範囲では、おもに「空気」）中の**弾性波**としての物理的「音」の意味と、それによって起こされる聴覚的印象としての心理的「音」の両方の意味がある。**音の3要素**というのは、聴覚的印象としての「音」が有する三つの側面のことである。音の3要素とは、音の大きさ、音の高さ、音色のことである。

音の3要素に、音の長さ、音の定位といった、音の時間的、空間的側面を加えて心理的な音を語ることもあるが、長さ、定位といった心理的性質は、音固有の性質ではない。音の3要素は、純粋に「音」固有の心理的性質といえよう。

ここでは、音の3要素に含まれる各要素の特徴と、対応する物理量について説明し、音の大きさ、高さと比較しての音色の特徴について述べる。

音の大きさ（**loudness**、ラウドネス）は、「大きい—小さい」という尺度で

4 1. 音色・音質の特徴とその評価

表現できる、一次元的な性質である。音の大きさは、音のもつパワー（エネルギー）と対応する。パワーが大きいほど、音の大きさは大きくなる。音の大きさは、心理量としても、物理量との対応関係も比較的単純な性質である。

音の高さ（pitch）も、一般には、「高い—低い」という心理的性質で表現できる一次元的な性質である。音の高さと対応するのは、純音の場合、周波数である。周期的な複合音の場合、基本周波数となる。音の高さにおいても、物理量との対応関係は、そんなに複雑ではない。

ただし、音の高さには、**トーンクロマ**（tone chroma：音楽的な高さ）と呼ばれる循環的な高さ**と****トーンハイト**（tone height：音色的高さ、かん高さ）と呼ばれる直線的な高さの2面がある⁴⁾。トーンクロマは、音楽の「ド・レ・ミ・ファ・ソ・ラ・シ・ド」の階名に相当する性質で、オクターブ上昇あるいは下降するごとに、もとに戻る感じを意味する。トーンハイトは、基本周波数の上昇（下降）に伴って直線的に上昇（下降）する感覚である。

音色（timbre）の性質は、「大きさ」や「高さ」に比べ、はるかに複雑である。そもそも「音色」の心理的性質は、大きさ、高さと違って、一次元的に表現することはできない。「明るさ」「きれいさ」「豊かさ」など、さまざまな心理的性質をおびている。そのため、「音色」は多次元的であるといわれている。

また、大きさや高さとは違って、物理量との対応関係も複雑で、対応する物理量は一つではない。音色と対応すると考えられる物理量を列挙すると、**周波数スペクトル**（パワーあるいは**振幅スペクトル**、**位相スペクトル**）、**立上がり**、**減衰特性**、**定常部の変動**、**成分音の調波・非調波関係**、**ノイズ成分の有無**などが挙げられる。

さらに、音色の特徴として、音の印象を形容詞で表現する**印象的側面**と何の音であるかを聞き分ける**識別的側面**の二つの面があることが挙げられる。ヘルムホルツの著書にも、音色に関して二つの面からの記述があり、難波の著書においても⁵⁾、**認知・識別の側面**（**識別的側面**に相当する）、**音源に対する主観的印象の表現の側面**（**印象的側面**に相当する）という、二つの面の存在を音色の特徴としている。

1.1.4 音色の印象的側面と識別的側面

〔1〕 印象的側面 われわれは、音の印象を表現するとき、「明るい音」「暗い音」「澄んだ音」「濁った音」「迫力のある音」「もの足りない音」「しっとりした音」「乾いた音」のようにさまざまな形容詞を用いることが多い。「音色の印象的側面」とは、「形容詞で音色の特徴を表現できる性質」のことをいう。

「形容詞」は、必ずしも、聴覚で感じることができる印象を表す言葉だけではない。むしろ、「明るさ」「柔らかさ」のように、視覚や触覚などといった他の感覚でも共通して感じることができる印象の表現語のほうが多い。

音色の印象を表す形容詞を数え上げればきりがなが、それぞれがすべて独立した意味をもっているわけではない。かなり似通った意味内容のものもあれば、二つの言葉の中間的存在といえるような言葉もある。音色の印象を表す言葉を統計的手法で分析した結果によると、音色を表現する言葉の意味は、3ないし4次元程度の空間上の座標で表せる。したがって、音色の印象的側面は、3ないし4の独立した因子（音色因子）に集約できると考えられている。

代表的な音色因子は、美的因子、金属性因子、迫力因子といわれるものである。音色因子は、各種の音色の印象を表す言葉の性質を集約したもので、音色表現語と直接対応するものではないが、意味内容の近い表現語は存在する。美的因子であれば「澄んだ—濁った」「きれいな—汚い」、金属性因子であれば「鋭い—鈍い」「固い—柔らかい」、迫力因子であれば「迫力のある—もの足りない」「弱々しい—力強い」といった表現語対（反対の意味の形容詞対）が対応する。各因子の性質は、これらの表現語対の意味内容からおおよその見当がつく。

音色因子と音色表現語に関しては多くの研究があり、2.1節で詳しく述べる。

〔2〕 識別的側面 「音色の識別的側面」とは、「音を聞いて、何の音であるのか、どういう状態であるかがわかる」ということを表す側面である。言葉でコミュニケーションできるのは、音声を識別しているからである。楽器の違いを聞き分けることも、生活の中で聞こえるさまざまな音を聞き分けられるのも、音色の識別的側面によってである。

6 1. 音色・音質の特徴とその評価

音を識別できるのは、聞こえてきた「音」と記憶の中にある「音」を照合する過程による。われわれは、日常生活の中で、さまざまな音を聞いて、それらの「音」を記憶している。そして、聞こえてきた音と記憶の中にある音と照合させて、何の音であるのかを判断する。この過程は、一種のパターン認識であると考えられる。聞こえてくる音は、実際には、過去に経験し記憶している音と、まったく同一ではない。その音を特徴付ける性質が一致していれば、記憶の中の音と同一の音であると判断する。

例えば、「あ」という母音は、「あ」を記憶したときと異なる人が発音した「あ」を聞いたときにも、「『あ』である」と識別できる。しゃべる人が違えば、同じ「あ」でも、その物理的特徴は微妙に異なる。しかし、「あ」という母音を特徴付ける音響的な性質を抽出できれば、「あ」と聞こえるのである。楽器の場合も同様である。同じバイオリンでもいろんなメーカーや製作者の楽器があり、いろんな奏法がある。しかし、いずれのバイオリンの音もバイオリンの音であると判断できる。このようなことから、音色を識別する際のパターン認識過程は、曖昧な（ファジィ）パターン認識であるといえる。

さらに、ある人の声を憶えたら、その人が過去にしゃべったことのないような話をして、その人だと識別することができる。過去に聞いたことないメロディを演奏しても、楽器の音の識別ができる。こういう認識処理が可能なのは、人間が記憶の中の音から音のイメージを再構成する能力をもっているからである。この能力によって、お気に入りの楽器を使って、お気に入りのメロディの演奏をイメージすることもできる。音楽家は、この能力を使って、実際に演奏しなくても楽譜から演奏された曲のイメージをもつことができる。

記憶の中の音とは、その音を特徴付けるパターンを記憶なのである。そのパターンを別の状況においたとき、どんな音になるのかをある種の補間機能を用いてイメージするのである。

その結果として、音のもつ特徴を巧みに模倣すれば、本物の音でなくても、本物と判断してしまう。「ものまね芸」が、成り立つのは、このような聴覚の特性があるからである。ものまね芸人は「本人らしさ」を分析してものまね

索引

<hr/>		<hr/>		<hr/>	
あ		音響式信号機	185	金属性因子	5, 39
<hr/>		音 質	9	く	
アイドリング時の車外音	166	音質シミュレーション	116	偶発的要素	132
明るさを表す因子	41	音質評価システム	113	クラスタ分析	32
粗 さ	106	音質評価指標	22, 97	クルトシス	167
<hr/>		音声対振幅相関雑音比	158	<hr/>	
い		音声の品質評価	149	け	
<hr/>		か		<hr/>	
位 相	12	外耳道	18	警 告	175
位相スペクトル	4, 15	階層構造	43	警告告知	181
位相同期	71	階層的クラスタ分析	34	経済効果	118
一対比較法	27	蝸 牛	18	警 報	180
因子得点	33	楽音合成	204	警報音	175
因子負荷	33	各臨界帯域のラウドネス	103	系列範疇法	26
因子分析	32	加算合成	209	結婚問題	214
印象的側面	4	風切り音	116, 164	減算合成	209
<hr/>		加速フィーリング	168	減 衰	135
う		がたつき音	164	減衰特性	4
うなり	17	楽器音	132	<hr/>	
<hr/>		ガラ音	164	こ	
え		感覚的快さ	113	高級感	168
エンジン音	116, 164	かん高さ	105	恒常法	23
<hr/>		き		高速回転機構	165
お		擬音語	7, 49	交通バリアフリー法	185
オーケストレーション	200	機械製品の音	159	興奮パターン	75
音記号	174	基準化両耳間相互相関関数	142	高齢者	176, 177
音		基礎的な音色	65	快 さ	42
——に包まれた感じ	147	基底膜	20	鼓 膜	18
——の大きさ	3	基 点	178	こもり音	164
——の3要素	3	機能イメージ	180	コンジョイント分析	171
——の鋭さ	105	基本音(波)	12	混声音	213
——の高さ	4	協和性	42, 76	コンピュータ音楽	201
——の変動強度	109	協和性理論	17	<hr/>	
オノマトペ	8	極限法	23	さ	
オーバーシュート	135	距離尺度	25	サイン音	173
オビニオン評価尺度	153	<hr/>		サイン音楽	178
音圧増加率	88			サー斯顿の一対比較法	29
音圧レベル	18			3主属性	42
音響機器の音質	122			<hr/>	

し		そ		と	
子音	59	総合情緒過程	126	動的音色	65
シェッフェの一对比較法	27	総合的な音質	126	トナリティ	113
耳介	18	総合的音色	65	トーン・トゥ・ノイズレシオ	111
視覚障害者	185	総合品質指標	157		
視覚と聴覚の相互作用	128	操作	180	ね	
識別的側面	4	操作確認	178	音色	1
耳小骨	18	相対判断	26	音色因子	5
シャッタ音	169	促音	58	音色空間	31
シャープネス	97	粗滑性	42	音色知覚空間	74
重回帰分析	32	疎密波	10	音色の不変性	7
周期	12			音色評価尺度	37
周期的複合音	12	た		音色表現語	38
周波数	11	ダイナミックプログラミング	214	音色モーフィング	213
周波数スペクトル	4, 14	濁音	57	の	
周波数変調	90	多次元尺度構成法	30	ノイズ	4, 16
終了	178, 181	立上がり	4, 86	は	
主観的等価点	24	多変量解析	32	倍音	12
純音	11	単語・文章了解度	151	背景因子	125
順序効果	27			迫力因子	5, 39
順序尺度	25	ち		波形テーブル参照型	207
準静的音色	65	注意	178	撥音	50
準動的音色	65	長音	58	派手さ因子	39
衝撃音	164	聴覚系	18	ハーフ次成分	116
信号音	174	聴覚における記憶効果	111	搬送波周波数	107
シンセサイザ	203	聴覚の時間的積分機能	111	半濁音	58
振幅	11	聴覚の時間分解能	107	バンドノイズ	16
振幅エンベロープ	132	聴覚フィルタ	21	ひ	
振幅スペクトル	4, 15	調整法	23	非調波成分	133, 134
振幅変調音	77	調波・非調波	4	美的因子	5, 39
心理学的尺度構成法	24			美的・叙情的因子	41
心理物理学的測定法	23	つ		ビブラート	90, 132
		通話当量	149	評定尺度法	26
す		通話品質	149	比率尺度	25
スペクトル重心	105	通話品質客観評価モデル	155	広がり感	142, 145
せ		て		ピンクノイズ	16
正弦波	11	適応法	23	品質指標	156
声帯振動開始時刻	89	テクスチャ	197	ふ	
静的音色	65	デシベル [dB]	18	ファジィクラスタ分析	138
接近音	58	電子音	202	フェヒナーの法則	18
絶対閾	24	電子音楽	201		
絶対判断	26	電子音色辞書	219		
鮮明因子	39				

L	O	S
LEV 147	OPI 157	SD 法 35
loudness 3	OPINE 156	sharpness 47
LR 149		sound quality 9
M	P	Z
ME 法 30	PI 157	specific loudness 103
MOS 154	pitch 4	Stevens のモデル 102
MRT 151		Z
Music N 203	R	Zwicker のモデル 102
	RE 149	

音色の感性学——音色・音質の評価と創造——

Science of Sound Color

—— Evaluation and Creation of Timbre and Sound Quality ——

© (社)日本音響学会 2010

2010年8月27日 初版第1刷発行

検印省略

編 者 社団法人 日本音響学会
東京都千代田区外神田 2-18-20
ナカウラ第5ビル2階
発 行 者 株式会社 コロナ社
代 表 者 牛来真也
印 刷 所 萩原印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03) 3941-3131 (代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-01321-4 (新宅) (製本: 愛千製本所)

Printed in Japan



無断複写・転載を禁ずる

落丁・乱丁本はお取替えいたします