

楽曲制作のための音色理論の構築にむけて

小坂 直敏
東京電機大学

〒101-8457 東京都千代田区神田錦町 2-2
osaka@im.dendai.ac.jp

あらまし

20世紀以降、音色は音楽の重要なパラメータとなった。音色に関してSchaefferの理論、音響心理学的な理論など知られている。しかし、制作のための音色理論で統一的なものはまだない。本稿では、制作目的の音色理論を構築するにあたり、既存の音色理論との対比の上で、それらの欠落している点を指摘し、まず音色のカテゴリ化に関する考え方を述べた。また新たな理論構築にあたって、1)階層的な構造とそれらの自己相似的表現、2)従来の音色(音楽)表現の拡張形態、3)埋もれているものと表出されているものの区別、4)演算の定義と文法構造、など必要条件を述べた。

Toward Construction of Timbre Theory for Music Composition

Naotoshi Osaka
Tokyo Denki University

Abstract

Since the 20th century, timbre has become an important factor in music composition. However, no efficient timbre theory for music composition has been known yet. In this paper, firstly lacking standpoints are described for previous timbre theory. Then the requirements of new timbre theory are discussed: 1)How timbre should be categorized, 2)hierarchical structure and its self-similar representation, 3)extension of previous timbre (music) representation, 4)discrimination of embedded and exposed structure, 5)definition of operation and grammatical structure.

1. はじめに

われわれが通常耳にする音楽の多くは、ピッチ(音の高さ)を構造の根幹に据えたものである。このピッチに基づいて音階や音律という概念が定義され、旋律、和音という概念、あるいはこれらの上に立脚した和声学、対位法という高度な音楽理論がある。こうしたピッチを要素とした上に成り立つ多階層の音楽理論に比べ、リズムに関する理論、あるいは音色に関する理論はあまり構造的ではない。オーケストレーションは楽器の使用例そのものの結果生ずる音色の効果を経験的に積み上げたものであり、音色の体系に触れているものではない。

一方、技術者は、これまで各種合成音方式の実現にしのぎを削り、音色の体系化、理論化にエネルギーを費やしてこなかった。また、音響心理研究の対象としての音色は、音色心理空間

上の抽象的な軸の議論に見られるように、分析が主であり、合成音作成のための診断的な情報としては機能してこなかった。また、音色の分析も洋楽器を中心に行われ、電子音、モーフィングなど、近年のエフェクトを含む形での統一的な音色理論構築への方向性は打ち出されてきていない。

こうした音色の理論構築に対する渴望はむしろ音楽家のものであろう。現在コンピュータのハードウェア性能は向上し、演算速度の上昇、メモリの増大など、周辺状況は整ってきたといえる。こうした環境の下で音色の理論を打ち立て、これに基づいた計算を行うことにより、音色の構造に基づく新しい音楽のスタイルが構築できる期待がある。以下では、音色の理論構築に向けた考え方を述べる。

2. 従来の音色研究

2.1 音響心理学分野における従来の音色研究

音響心理研究においては、さまざまな音色研究がある。これらは、分析研究であり、制作のための音楽理論となっていない。既存の楽曲を対象にして、その中で用いられている楽音の音色について、その主要な軸に関する議論である。明るい、金属的因子、などいくつかの軸があることが知られている。

2.2 制作のための音色理論に関する従来研究

制作のための音色の理論は、ミュージックコンクレートの提唱者であるSchaefferの提案した音色理論[1]がある。その後、この理論はGRM (groupe de recherches musicales)にも引き継がれ、ここの活動の理念ともなった。さらにGRMの後にこの活動を受けて1975年にフランス国営放送内に設立された研究機関、INA/GRM (L'institut National de l'Audiovisuel/Groupe de Recherches Musicales)でも、浸透している。また、多チャンネルの空間音楽、音響デザイン、サウンドスケープなど空間音響に関する理論に対しても理論化がなされている。

しかし、これらの理論は主にフランス語圏で語られており、他の言語圏ではあまり知られておらず、話題にならない。この理由の一つは、彼の音色理論に関する文献の邦訳、英訳が存在しないことがある。わが国では、水野による文献[2]がその概要を紹介している程度である。また、もう一つは美学的な視点での理論であり、工学的、経験美学、あるいは実験音響心理的な理論でないこと、なども従来の他の分野との接点を持ちにくいことの原因であろう。特に理論が実証的な方法で構築されていないことが、他研究領域との接点を少なくしていることの原因と考えられる。以下、Schaefferの理論との比較は、水野による概要[2]からの考察であることに断りをおきながらも、同文献が本質を丁寧に紹介していると考え、その前提で考察する。

3. 新しい音素材としての音色とその合成

「音色を新しい音楽の言葉に！」と唱えるとき、まずどのような音色が新しい対象として重要になるのだろうか。われわれは、半世紀前から電子音という新たな音色を手中にした。その後コンピュータの登場により、テープ、ディスクといった機会に変わり音合成がミリ音の範囲で緻密に行うことができるようになった。

こうした状況で、エコー、リバーブ、フランジング、コーラス、ボコーダなど多くのエフェクトが登場した。これらの加工は原音に音を付加させたり、歪みを加えたりするものである。

筆者は、特に以下の2つの音色加工技術に大きな期待を寄せている。

1. 音モーフィング[3]
2. 混成音(サウンドハイブリッド)[4]

筆者自身は長らく音のモーフィングの検討を行ってきた[5]。これは、音色の心理空間は非常に粗にできており、これらを内挿可能とすることにより豊かな音色を合成することを狙いである。色彩が多い方が豊かな表現ができるであろうとの期待である。

混成音は、いろいろな音からさまざまな知覚的要素を持ち寄って一つの音を合成する技術で、しゃべるオーケストラ、動物の声での歌声などの例で理解しやすい、と思われる。また、新たなテクスチャの合成、という意味では細粒合成法などに今後も引き続き期待したい。

3.1 混成音(サウンドハイブリッド)

二つの音あるいは声からの混成音はクロスシンセシスと呼ばれて、コンピュータ音楽でも用いられてきた。それをさらに一般化したものである。混成音とモーフィングの違いは、前者が、音の高さ、音の大きさ、音韻、声色など、独立して知覚できる音の印象のすべてを2つの音の中間に(あるいは希望するブレンド率を満たすような)合成するのに対し、後者は個々の特徴はそのまま温存し、それらをパッチのようにあてながら一つの音を合成することで、いわば音のサイボーグである。

音声では、エンターテインメントとして、腹話術師が言語のレイヤに応じて、別々の人の声質、語り口などの特徴を付与することはできそうである。また、楽音も、ピアノでの高速の同一音打鍵によりギター奏法の模倣するなど、他の楽器の奏法の模倣をすることはよくある。この考えを拡張して、音のあらゆる特徴を掛け合わせる合成が混成音合成である。

3.2 音素材の再認識: アジアの音、古の音

以上は、自然な音響環境では存在しえない音、あるいは、現在の演奏などを拡張した音でありながら、電子音とは異なりアコースティックな印象を与える合成音である。一方、われわれの身の回りに、今後の新しい音色の理論を考える

上で重要な音色の素材はないのであろうか？振り返ると、音楽の音響的研究は、欧米がその基礎的分析、合成方式の提案、そして、わが国の楽器業界がそれらの技術の電子楽器への実装という図式が成立してきた。この枠組みの中では洋楽器が主な対象であった。また歌声合成に関しては、音声研究との境界領域でもあり、これまで明確な音韻性のないベルカント唱法、あるいはコーラスの歌声であった。

しかし、われわれの身のまわりには、ポップスにおけるボーカル、演歌、民謡の各歌のジャンル別の発声などのほか、謡や長唄などわが国固有の伝統的な発声法など、多種多様な歌声がある。同様に、楽音も洋楽器のみならず、雅楽器、琴、尺八など邦楽器などのわが国固有な楽器がある。これらは、単音としての音色が洋楽器と異なるのみならず、その楽器の持つ奏法そのものが特徴的である。

ヨーデルでの声の裏返し、声明と類似した印象も持つブルガリア唱法、二重ピッチの聞かれるホーメイ、こぶしをきかせた演歌、喉詰め発声など、これまであまり音響的に研究されてこなかった素材にこそ多様な音色への発展の鍵がある。

4. 音色の分類に対する考え方

4.1 音色理論に求められる必要条件

では、ここで、制作目的で求められる音色理論の必要条件とはどのようなものであろうか。

まず、音色を分類、あるいは、カテゴリー化する必要がある。これにより、数ある音色を記号化することができる。言語の文法や、和声学および対位法などの音楽理論は皆記号を単位として成立する。

もう一つは、時系列についてのなんらかの構造を規定していることである。時間芸術、時間作品としての音楽を制作するための規則、理論として、分類するだけでは十分ではない。和声学でカデンツがあるように、記号による時系列を議論していることである。その中にさらに美学的な視点でその時系列を評価できる手法があればなおよい。

4.2 音色の分類と記号化

さて、この記号をどう定義するかが大問題である。そもそも音色のプリミティブを定義することなどができようか。

音響心理研究において、音色の知覚的な分類をあまり細部にわたり限りなく定義する、とい

うことはない。一まとまりの音、という印象を与えるか否かの音脈(sound stream)という概念はコンセンサスが得られているが、これ以上小さく分割された構成要素に統一的な見解はない。

一方、Schaefferは、彼独自の音色の分類を詳細に行っている。以下は[2]より引用したものである。

『明確な「関心の核」を持たないものは「サンプル」、明確な「関心の核」を持つものは「フラグメント」と呼ばれる。そして、「フラグメント」を構成するのは、たとえばアタック、ボディ、ディケイなどの「エレメント」である。』

これらは、複合音に対して行われている定義であるが、たとえ一つの音脈であってもその詳細に立ち入った分類でもある。

筆者はSchaefferの考えと異なり、多くの研究者に共通にコンセンサスを得られる音色のプリミティブを定義できると考えていない。また、その定義に大きな価値があると考えていない。

この原因は、一つには、対象する音色の全貌があまりに広範である点、また、見ることができない点にある。音色はその存在自体に限界がない。今後物理的な音響振動から起こりうる音の中で、われわれが以前に聴いた体験のない音色がまだあろう、との予測がある。また、デジタル処理により加工された音色、すなわち、電子音、あるいは既存の楽音を擬似したシミュレーションなども対象とすると、音色のカテゴリ化を行ってコンセンサスを得ることは絶望的にすら思える。

また、音色の広さは単に一元的なものではなく、階層的な広さもある。例えば、言語音声については、その音色の分類は、それ自体が大きな学問分野である。

一方、Schaefferの音分類は、物理的な音響、あるいは、知覚的な分類をしているのではない。オブジェソノール(音楽オブジェ)という名称で、音楽的な音としての分類となっている点の特徴的である。したがって、言語音としての分類はオブジェソノールではなく、音楽的には意味がない、との主張もありえる。

筆者は、音楽制作目的であっても、知覚的な要因をプリミティブにして音色理論を構築すべきと考えている。ただし、これが唯一に定義すべきものでなく、制作者により、研究者によりさまざまな分類が可能と考えている。

多義性を許容する理由の一つは、アテンションの問題である。同一の音の聴覚的印象は、常

に同一ではない。単音を聴くとき、アテンションの仕方によりハーモニクスを分離して聴くこともできるのは、よい例である。

また、別の理由に音色の境界の不明瞭さもある。近年の合成音作成時のさまざまなパラメータ変化、モーフィング技術の達成により、中間的な音色の合成が達成された。これらの区分は本質的に難しい。

このように、多義的であってもなんらかの形で音色を分類する必要がある。このための姿勢として、一つは1)既存の認知された分類に敬意を払い踏襲する、2)生成的側面での分類、3)知覚的側面での分類がある。

4.3 調音に基づく音韻の分類

1)では、音声言語の音韻というカテゴリは音楽的な分類ではないにせよ、音の知覚的な印象の分類であり、音色の分類において十分参考にすべきである。音韻をさらに細かく分類すると、その調音のしかたと関連してDistinctive featuresなる分類がある。これは、各調音器官に対応して音韻の知覚的分類を行ったものである。音色の分類は、これらの分類をそのまま踏襲してよい。すると、音楽目的で音韻のある音声を加工したときの音色の分類について考えただけでも非常な困難が予想される。

5. 音色の理論化への視点とその道筋

統一的な音色の分類に悲観的であるとき、理論化はどこレベルで行われるのであろうか。それは記号化された後の上位部での演算である。記号化そのものは柔軟性を有し、ユーザが任意に定めることができる、とする。それは知覚的な興味関心により分類は異なってくる、との認識に立つ。むしろ、これらの記号を用いた後の演算をいかに定義するか、という視点に最も重きを起きたい。

前節で紹介したモーフィング、混成音などの合成音の技術は、今後もその音質が向上するよう発展していくであろう。また、上記の新たな研究対象として登場する歌声発声、あるいは楽音とその奏法は、その分析と表現方法の探究のほか、これらを拡張したときどのように発展した音色が成立するか、という新たな合成問題への解答も与えられていくであろう。

しかし、さまざまな音色が次々と提案される、ということが新たな音楽を探求する上で必要十分なことであろうか。否、これは次々と新しい

楽器が提供される状況と同じである。つまり、新たな音色提案は、新たな音楽が生まれるための土壌は豊かになるが、新しい語法が生まれることとは別である。では、さらにどのような視点が必要なのであろうか。

5.1 音色の理論化への道筋

その一つの答えは音色の記号化とその文法の構築、またその操作への道順をつけること、と考えられる。これまで、音色の重要性が叫ばれ20世紀になってさまざまな音色をパラメータとした音楽作品が登場してきた。ところが、音色もリズムも同様に、ピッチの上に構築されたような階層的な音楽構造とその理論、というものが構築されないでいる。作曲家固有の規則、体系はありえても、それが客観性をもって伝承されるようなものは登場していない。

そのため、和声、対位法と同様に世界的な標準となりうるような音色の理論の存在に懐疑的にならざるをえない。これは、音色の重要性が叫ばれてから半世紀以上経過して、まだ統一的な理論としての萌芽が感じられないことからの、悲観的な見方である。

また、「音色の理論」を音楽家のみで構築するのは不可能である。Stockhausenが、あらゆる音は正弦波の和としてできている、とフーリエの主張を受け入れ、1953年の「習作I」でその考えを投影した。しかし、実際にあらゆる音を正弦波の和として分解し、これを再合成し原音と遜色のない正弦波モデルによる合成を確立したのは、McAulay and QuatieriあるいはSerraにより、ようやく1980年代半ばになってからである。すなわち、音楽家の用いる哲学と、それを楽音として実際に利用できるまでの工程には音響心理学、音響工学などの研究者の存在が不可欠であることに起因している。

そして、音色の理論に必要不可欠なもの、それは構造化である。音色を記号的に扱い、演算可能な対象とすることである。言語の文法、和声、対位法などその構造があるものは必ず離散系の理論がある。すなわち、音色のシンボル化を行い、これらの間の演算を定義したり、順序に関しての規則(文法)を明らかにすることにより音色に具体的な構造が生まれる。

5.2 音色理論の必要条件

音色理論は、言い換えれば、音色をどう表現するか、ということ、それらの構造、関係を

どう表すか、という問題である。筆者が現在検討している音色理論の特徴を以下に示す。

- a. 音色の記号的分類
- b. 階層的な構造とそれらの自己相似的表現
- c. 従来の音色(音楽)表現の拡張形態
- d. 埋もれているものと表出されているものの区別
- e. 演算の定義と文法構造

5.2.1 階層的な構造とそれらの自己相似的表現

a.については4節で詳細に述べた。

b.は、この理論で最も重要な仕様の一つである。音色の階層的な構造を設定し、これをさらに自己相似的な構造とする。自己相似的な構造を持たせるのは、この理論で音色合成および音色理解のアルゴリズムやシステムを構築するときの容易さと、ユーザにとっての使いやすさのためである。

自己相似的な構造にすることによりあらゆる音色(音楽)のレイヤが一段下のレイヤの音色を用いて記述でき、最下層では信号のスペクトル記述となりここで終端する。図1では、最下層で信号のスペクトルとこれを記号化したものである。図の枠内で囲った部分は雑音であり、記号は一次元シンボル列とはならず、時空間への記号配置表現となる。こうした構造が信号レベル、知覚レベル、認知レベルとレベルの高低に関わらず自己相似的に成立する。図1に示すレベルでは、記号も微小音色(micro timbre)と呼ぶことができる。

音合成システム「おっきんしゃい」[6]では、類似の考えを用いて音オブジェクトを定義し、音色操作のGUIとしている。図2は階層的に定義された音オブジェクトの例である。上位の音(音楽)は、下位の音(音楽)の時空間的配置により成立している。

5.2.2 従来の音色(音楽)表現の拡張形態

cは、従来の五線譜での音楽表現を含む形となる点である。これは、必ずしも五線譜から新しい表現を類推できることを主張しているわけではない。しかし、新しい理論のパラメータをある特殊なものにすると五線譜になる、という考え方とする。図3は「おっきんしゃい」での音楽の表記を2種類表わしたものである。この2つに共通のものは、横軸が時間を表し、縦軸が音色の種類(パート、チャンネル)の次元を表している点である。音色表記も横軸が時間、縦軸は音色(階層に応じ、微小音色から巨視的音色まで)

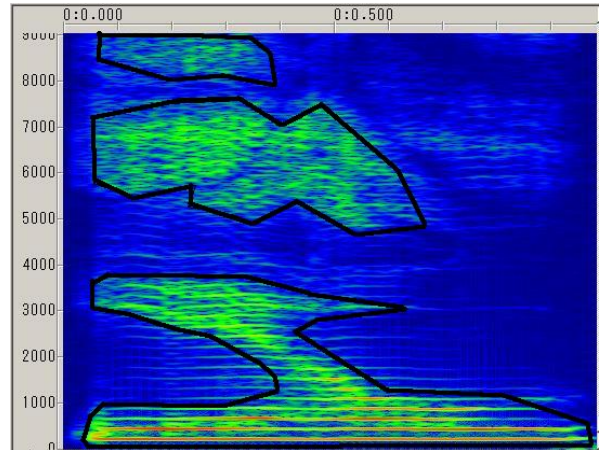


図1 音色の記号化 (信号レベル)

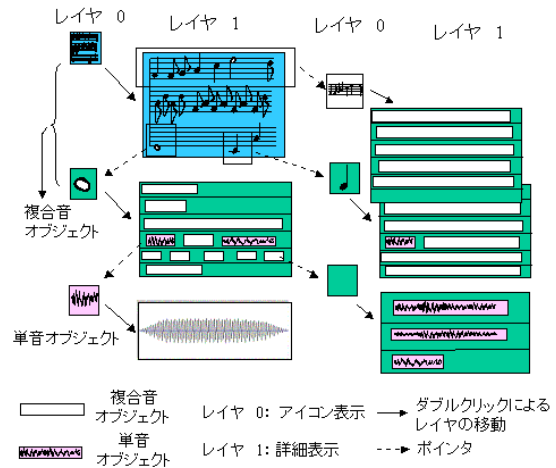


図2 音合成システム「おっきんしゃい」の音オブジェクトの階層的表現

の次元として記述される。

5.2.3 埋もれているものと表出されているものの区別

d.は特に人間の身体動作に関わる場合の音について必要な仕様である。上位の層で記号列として表し、下位のレベルでは、身体動作などにより記号から記号への移行区間という状態が存在する。例えば、テキストとその発声された連続音声の関係、音符のシーケンスと演奏された情報の列の関係である。下位の情報から上位の情報に纏め上げることは、認識問題、あるいは記号の上位への変換問題である。時系列から記号の推定を行うことは困難ではあるが、必要なことである。工学的には、連続音声認識、手

話認識、意図理解など、理解問題全般に関わる。音色についても、下位の表層レベルの情報があり、その深層に上位の記号レベルが埋め込まれている場合、埋もれているものを抽出できることが望ましい。

5.2.4 演算の定義と文法構造

これは、全階層で同等に起こることではないが、記号間には演算が定義されてよい。図4は調波が集合している場合、これらはグルーピングされて一つの音として知覚できる。このようにグルーピングに関する心理的な知見は記号レベルの演算として反映できるように整備したい。また、言語の文法のように、一次元の記号列ではなく、空間にも広がり、境界領域付きの記号系列の進行順序に関する規則(文法)なども必要である。これにより、和声進行と同様に、音楽の進行を理論的に述べることができる。

5.3 音色記述の一例

ここでは、音色を記号化し、階層的に扱うことにより楽句を考案する一例を考えよう。以下は尺八固有の奏法の「コロコロ」というトリルである。

```
Def Snd a="shakuhachi reg1" %尺八音定義
Def Snd b="shakuhachi reg1" %尺八音定義
Def Snd c="shakuhachi reg2" %尺八音定義
Def Snd A;% 全体音色定義
Def Pit P, p1,p2,p3;% ピッチ関数を定義
p1[b]-(p1[a]=p3[c])=2;% 音程が長2度でトリル
A=mor(seq(a,b,c,b)*); %abc列の繰り返しをなめらかに接続
```

ここにモーフィングは5.2.4の具体化として、離散的な音色を滑らかに接続する演算mor()として用いられている。

6. おわりに

20世紀以降、音色は音楽の重要なパラメータとみなされてきた。しかし、制作の役に立つための標準的な理論はまだ提唱されていない。本稿では、音色の理論を構築するにあたり、この必要とされる条件をまず論じた。今後、この考えを進めて理論を構築するとともに、これを制作にも反映させていきたい。

参考文献

- [1] Pierre Schaeffer, "Traite des objets musicaux," 1966.
- [2] 水野みか子、「音楽の多層的空間性—ピエール・シェフェールと GRM の技術と理念において」、名古屋芸術大学研究紀要 第 22 巻, pp.145-157, 2001.
- [3] Osaka. N., "Timbre interpolation of sounds using a sinusoidal model," Proc. ICMC 95, 408-411, Banff, 1995.
- [4] Hikichi, T., and Osaka. N., "New Synthesis Method for Addition of Articulations Based on a Sho-type Physical Model," Proc. ICMC 2003, 333-336., Singapore, 2003.
- [5] Osaka, N., "Timbre morphing and interpolation based on a sinusoidal model," ICA/ASA joint meeting, Seattle 83-84, 1998.
- [6] 小坂直敏, 榊原健一, 引地孝文, "Windows上の音合成システム「おっきいんしゃい」の構築," 信学論D-II Vol.J84-D-II No.6, pp.946-954, 2001.6.

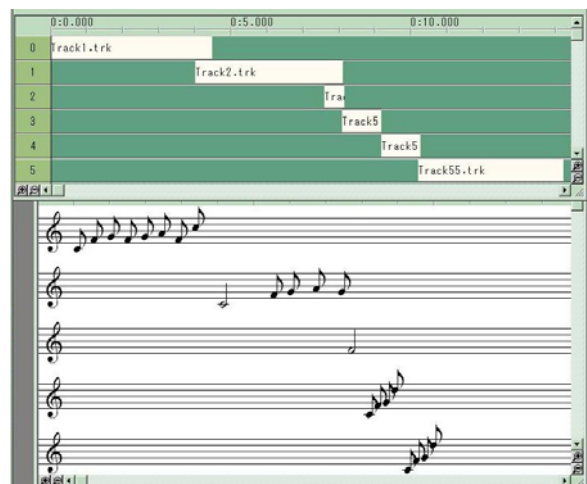


図3 音楽のトラック表記と譜面表記

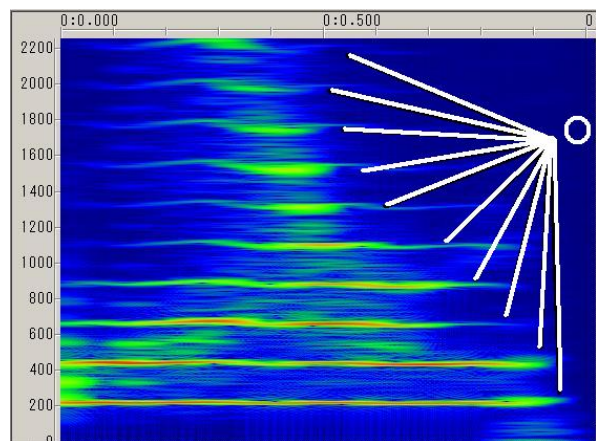


図4 演算の一例： 調波のグルーピング