

音楽生成のための多次元構造表現編集ツール “Gestalt Editor”の開発

大村 英史^{†1,†2} 木村 亮太^{†3} 藤井 晴行^{†4}
岡ノ谷 一夫^{†1,†2,†5} 古川 聖^{†3}

音楽は多次元の要素から構成されている。この要素には音楽的から意味的な要素まで含まれる。この要素は複雑な関係性を作り出し、階層構造を作り出している。本稿では、音楽的構造要素（音の高さ、強さなどの数値化可能な要素と、「やわらかい」「楽しい」などの言語ラベルで表現可能な要素）の多面的なレベルとグループの関係性を視覚的に表現し、演算可能な形式で出力を行うことを可能にする Gestalt Editor の紹介を行う。

Development of an Editing Tool “Gestalt Editor” to Express Music Multidimensional Structures for Creating Music

HIDEFUMI OHMURA,^{†1,†2} RYOTA KIMURA,^{†3}
HARUHIKO FUJII,^{†4} KAZUO OKANOYA^{†1,†2,†5}
and KIYOSHI FURUKAWA^{†3}

Music consist of many multidimensional elements. They include from musical to semantic elements, and construct hierarchic structures as complicated relationships. In this paper, we introduce Gestalt Editor which is musical structure editor. By using Gestalt Editor, we can express visually numerical convertible elements, which are sound intensity and tone pitch, and verbalization relationships, which are “softness” and “happiness”. Gestalt Editor provide computable data of music.

1. はじめに

科学の発達と共に認知科学的な見地から音楽理論は整理され、いわば認知的音楽論がおりつつある現代でも、音楽的な知は人から人へ暗黙知として伝えられている。作曲においては課題を前にして、生徒と先生の長い継続的な対話を通して、先生、先人の経験や感性が伝えられ、それに触発される形で生徒の感性が技術と結びつく。そのような創発的な場のプロセスの中においてこれらの技術は生きたものとして伝えられていくのであるが、そこに現代の音楽が置かれている閉塞的状况の原因もある。このような状況を開いていくために認知科学は有用な手段であると考える。

私たちは音楽の構成法、とりわけ作曲法において、音楽のもつゲシュタルト性¹⁾に注目し、音楽の多元性を表現する事を可能とするエディター “Gestalt Editor” の開発を行なった。音楽をパターン認知の問題としてとらえるならば、ゲシュタルト性の一般性に鑑み、このことは不可避免的に、音楽をほかのモダリティと併置して見ている新しい視点を我々にもたらした。

研究の第一の目標は、音楽のような多面的な構造をもち、しかも曖昧にしか表現できない意味や価値をも含んだ対象⁵⁾を、整理した形で表現かつ処理ができる作曲ツールの開発である。第二の目標は、岡ノ谷 ERATO 情動情報プロジェクトの中で行なっている、音楽情動と音楽文法の関係性の調査のための実験ツールの開発である。このプロジェクトでは、このエディターを利用したした、音楽情動関係づけられた構造のなかの個別の要素を操作する聴取実験が計画されている。

2. 音楽の多元性

音楽とは音楽の内実として情動を喚起する⁷⁾。最近の調査や実験によって、音楽情動が

^{†1} JST, ERATO, 岡ノ谷情動情報プロジェクト
JST, ERATO, Okanoya Emotional Information Project

^{†2} 理化学研究所
RIKEN Brain Science Institute

^{†3} 東京芸術大学
Tokyo National University of Fine Arts and Music

^{†4} 東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

^{†5} 東京大学
The University of Tokyo

様々なチャンネルを利用した要素である事がわかってきている^{3),4)}。一方、それは高さや長さを持った音のイベントの時間的継起の中に形やパターンとして提示される抽象的な構造でもある²⁾。つまり、音楽の認知や認識は情動志向認識という言葉で表す事ができると考える。情動と音の構造、この異質の両者をエディターのなかでデザインすることを可能とするのが Gestalt Editor である。

2.1 多次元構造

音楽には音楽特有の次元、つまり音が持つ個別の特性（音高、長さ、音色、強弱など）がパターンとして組み合わせられ、それらがさらに集まり、時間的にも多重に関係づけられるようなものがある。しかし同時に音楽は感性的⁸⁾な、または言語的¹⁾な意味をもつ次元をも併せ持つ。おそらくはこのことが音楽のモデル化、数値化を著しく困難にしている。

2.2 音楽の文法

また、音楽は人間の言語と近縁関係にあると推測されている¹⁰⁾。また、音楽は言語の起源である、という仮説も唱えられている⁹⁾。このような推測から、音楽は文法構造を持つと考えられる。どのような音楽でも可能という訳ではないが、音楽はある一定のシンタックスをもつ。分節化された音が階層的に積み重なっていく階層構造は、人間の認知処理、つまり音楽をゲシュタルトとして認識することの反映である。このような構造はある程度、生成文法のツリー構造として記述することも可能である⁶⁾。

2.3 音楽の意味

音楽はあるシンタックスに従った音の並びの構造であると同時に、それらが言語とは異質の「意味」のようなものを持っている⁸⁾。音楽はある特定の情感を生み出すが、音楽の内容とはおそらくは、言語的な意味というより、情動と呼ばれているものに近いと考えられる。これに我々は意味情動という言葉をあてる。

3. Gestalt Editor のコンセプト

Gestalt Editor は、音楽の構造を視覚的に表示しながら生成し計算可能なデータとして出力するエディターと、データから音楽の音を作りだすインタープレーターからなる。インタープレーターはその用途に応じて作られる。本稿では Gestalt Editor のエディターを紹介する。先に述べたように、音楽は大別すると音構造の次元と曖昧な意味情動の次元がある。Gestalt Editor はこれらを同時に扱うことを目指した。音構造に意味情動を含めた創造的なプロセスを支援するツールが Gestalt Editor である。

さて、作曲の作業をしていると、音構造の次元と意味の次元の境界が実際にははっきり分か

れていない事に気づく事がある。あるフレーズとあるフレーズが続けて並べられたときには、音構造と意味情動の次元が同時に喚起されるのが普通である。

音の構造の表層だけであれば、音楽は階層構造で表現できるが、意味情動の次元も含めると、音楽は非常に複雑な多重重次元の構造で形成される事なる。Gestalt Editor は外見上、階層性の概念を使用するが、セミラティス構造も表現できるようになっている。そのため、視覚的表現を用いて、複雑な構造をそのまま複雑な図形表示として表現し、その結果を計算可能なデータとして書き出す。

4. Gestalt Editor の実装

Gestalt Editor の起動時の画面を図 1 に表示する。Gestalt Editor の表示画面はボタンウィンドウとメインウィンドウからなり、適宜ポップアップで他のウィンドウが表示される。ボタンウィンドウからはファイルのロードとセーブ、データの書き出し、他のウィンドウの呼び出し、メインウィンドウのコントロールなどの基本的な操作が行うことができるボタンが配置されている。メインウィンドウは音楽要素を配置、グループ化、意味付けをしていくための領域となる。メインウィンドウには要素の最小単位である atom とそれを意味付けするグループが表示される。またメインウィンドウの左下には、atom やグループの選択時に詳細表示されるパネルが表示されており、右下には表示スケールを示すパネルが表示されている。以下に Gestalt Editor のデータ構造、グループ、構造変換、データの書き出しについて順に解説を行う。

4.1 データ構造

Gestalt Editor における音楽のデータは、atom という最小の音楽単位からなる。atom はいくつかの変数を保有する。変数の一覧を表 1 に示す。ID はこの atom と他の atom またはグループと識別するための変数であり、ユーザが指定する値ではなく通し番号として自動的に決定される。この値は (レベル)_(通し番号) で与えられる。Level は atom とグループの階層のレベルを表す変数である。レベル 0 は atom のレベルを示す。Property は atom の意味を示す値である。文字列で与えられる。便宜上 Name として用いられる。Parameter は計算時に利用する引数である。Position はメインパネル上に配置されている位置を示す。位置には意味があり、x 軸方向 (左から右に向かう方向) は時間の流れを示す。y 軸方向 (下から上に向かう方向) は音の高さとして扱う事ができる。Shape は atom の形を表している。この形は円、正方形、三角形の 3 種類、それぞれサイズが大と小の 2 種類あり、全部で 6 種類ある。tom 追加ウィンドウを図 2(1) に示す。このウィンドウから各変数を設定し、

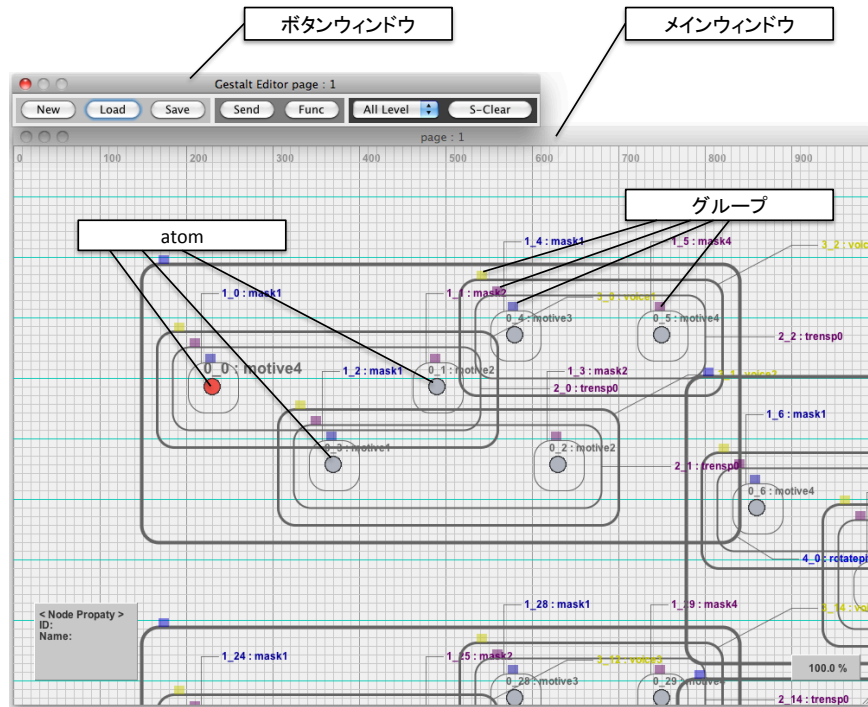
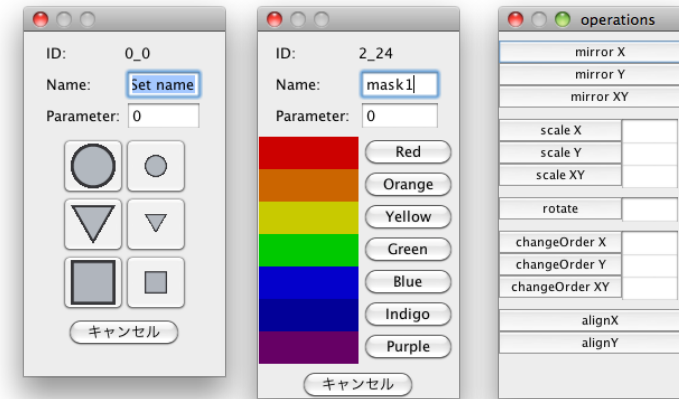


図 1 Gestalt Editor の起動画面

6 種類の Shape が表示されているボタンを押す事で新しい atom が生成される。これらの atom が、グループ化されることで意味付けされる。

4.2 グループ化

atom をグループ化する事で意味付けをする。このグループは階層的に構成する事が可能である。つまり、グループをグループ化する事ができる。atom だけで構成されるグループをレベル 1 とする。また、レベル 1 のグループだけで構成されるグループはレベル 2 のグループとなり、順にグループのレベルが上昇していく。さらに、ラティス構造を実現するために、グループを構成する要素は同じ階層のものでなくても構わない。つまりグループの中に atom とグループが混在していたり、レベルの異なるグループが混在していたりする事が可能である。複数のレベルのグループを包含したグループのレベルは、包含しているグループ



(1) atom追加ウィンドウ (2) グループ追加ウィンドウ (3) 構造変換ウィンドウ

図 2 Gestalt Editor のウィンドウ

の最大のレベルの 1 つ上のレベルになる。

階層構造はメインウィンドウでの atom とグループの関係表示では直感的に分かりにくいので、ノードビューという階層構造を見るためのウィンドウを表示する事ができる。ノードビューを図 3 に示す。(1) は単純な階層構造のときのノードビューである。(2) はラティス構造のときのノードビューである。ノードビューウィンドウにおいて、ユーザがさらに見やすくするために、atom やグループの位置を drag and drop で移動出来る。

グループは atom と同様に変数を持つ事で意味を持つ。グループの変数の一覧を表 3 に示す。ID は atom や他のグループと識別するための変数であり、ユーザが指定する値ではなく通し番号として自動的に決定される。この値は (レベル)_(通し番号) で与えられる。Level

表 1 atom の変数

変数	意味	役割
ID	識別子	他の atom やグループとの識別
Level	階層のレベル	atom の場合は 0
Property	名前	この要素の名前
Parameter	引数	計算時の引数
Position	位置	時系列情報と高さに割り振った要素
Shape	形	atom の形を表す番号

は atom とグループの階層のレベルを表す変数である。グループの階層のレベルで 1 以上の値をとる。Property はグループの意味を示す値である。文字列で与えられる。便宜上 Name として用いられる。Parameter は計算時に利用する引数である。Color はグループの色を表している。この色は赤、橙、黄、緑、青、藍、紫の 7 色である。Size は包含している atom またはグループの数を示す。Size Position はグループ内の位置を示す。この位置は x 軸に沿った値で並び替えられ、時間的に早いのが若い順から位置づけされている。グループ生成ウィンドウを図 2(2) に示す。このウィンドウの中から各変数を設定し、7 種類の色のボタンを押す事で新しいグループが生成される。

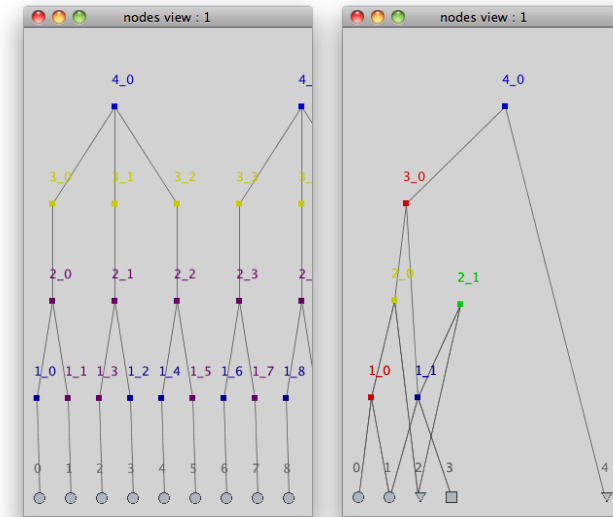
4.3 構造変換

音楽は、構造を変換して進行する事がよくある。例えば、変奏曲はある主題を変奏することで進行する。このとき、主題に音楽的構造や意味情動の付加や除去を行っていく。Gestalt Editor の場合、複数の atom やグループからなる構造をコピーする事が可能である。そのため、変奏曲のような処理を非常に簡単に行う事ができる。このような変奏は、音楽の構造の対称性を用いて構成する事がよくある。例えば、ラフマニノフのバガニーニの主題による狂詩曲の第 18 変奏では主題の上下線対称の反行形が用いられている(図 4)。バッハは反行フーガも有名であり、このような対称性の変換は、左右対称の場合は逆行形、点対称の場合は逆反行形もある。反行形、逆行形、逆反行形も十二音技法ではよく用いられる作曲法である。このように音楽の構造の線対称、点対称の変換はよく用いられる手法である。

Gestalt Editor ではこのような構造変換を簡単に出来るようなツールが組み込まれている。また、対称変換だけでなく移高やスケール変換の構造変換ツールも組み込まれている。構造変換ウィンドウを図 2(3) に示す。

4.4 データ書き出し

データの書き出しはテキストファイルで行う。各 atom に注目し、atom の詳細、atom



(1) 単純な階層構造 (2) セミラティス構造

図 3 階層構造確認のためのノードビューウィンドウ



図 4 ラフマニノフのバガニーニの主題による狂詩曲の第 18 変奏での主題変換(臨時記号は省略)

の所属するグループ、グループの詳細、そのループの所属するグループ、そのグループの詳細... という順に記述される。出力ファイルの例を以下に示す。

表 2 グループの変数

変数	意味	役割
ID	識別子	atom や他のグループとの識別
Level	レベル	グループの階層レベル
Property	名前	この要素の名前
Parameter	引数	計算時の引数
Color	色	グループの色を表す番号
Size	サイズ	グループに含まれる atom またはグループの数
Size Position	グループ内の位置	グループ内の時系列の順番

```
# rubyfile
formatVersion=1.0
#atom id:number:level:name:parameter:toneNumber:position:
#node id:number:level:name:parameter:colorNumber:size:sizePosition:
atom[1] =
[[0, 47, 47, 0, "motive1", 0, 2, 2760,820],
[1, 47, 47, 1, "mask1", 0, 6, 1, 0],
[2, 23, 23, 2, "trens0", 0, 6, 2, 1],
[3, 23, 23, 3, "voice4", 0, 2, 1, 0],
[4, 7, 7, 4, "rotatepitch1", 0, 4, 3, 2]]
#atom id:number:level:name:parameter:toneNumber:position:
#node id:number:level:name:parameter:colorNumber:size:sizePosition:
atom[2] =
[[0, 46, 46, 0, "motive1", 0, 4, 2850,800],
[1, 46, 46, 1, "mask1", 0, 5, 1, 0],
[2, 23, 23, 2, "trens0", 0, 6, 2, 0],
...
```

5. おわりに

本稿では Gestalt Editor の紹介を行った。Gestalt Editor は多角的な音楽情報を現をすることができる画期的なツールである。このツールは作曲として用いると、アルゴリズムックコンポジションに応用が可能である。一方、音楽情動の実験では、音楽文法との関連付けを見つげるための実験ツールとして利用が可能である。

参 考 文 献

- 1) D.Cooke. *The language of music*. London: Oxford University Press, 1959.
- 2) A.Gabrielsson and E.Lindström. The role of structure in the musical expression of emotions. In PatrikN. Juslin and JohnA. Sloboda, editors, *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Application*, pp. 367–400. Oxford: Oxford University Press, 2010.

- 3) D.Huron. *Sweet anticipation: Music and the psychology of expectation*. Cambridge, MA: MIT Press, 2006.
- 4) P.N. Juslin and R.Timmers. Expression and communication of emotion in music performance. In PatrikN. Juslin and JohnA. Sloboda, editors, *Handbook of Music and Emotion, Theory, Research, Application*, pp. 453–492. Oxford: Oxford University Press, 2010.
- 5) S.K. Langer. *Philosophy in a new key (3rd ed) (original work published 1942)*. New York: New american Librery, 1957.
- 6) F.Lerdahl and R.Jackendoff. *A Generative Theory of Tonal Music*. Cambridge, MA: MIT Press, 1983.
- 7) Lars-Olov Lundqvist, Fredrik Carlsson, Per Hilmersson, and PatrikN. Juslin. Emotional responses to music: experience, expression, and physiology. *Psychology of Music*, Vol.37, No.1, pp. 61–90, 2009. autonomic activity, emotion, electromyography, emotional contagion, emotional experience, facial expression, gender differences.
- 8) L.B. Meyer. *Emotion and meaning in music*. Chicago: University of Chicago Press, 1956.
- 9) S.Mithen. *The Singing Neanderthals: The Origins of Music and Language, Mind and Body*. Harvard University Press, 2006.
- 10) A.D. Patel. *Music, Language and the Brain*. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- 11) M.Wertheimer. Laws of organization in perceptual forms. *A source book of Gestalt psychology*, pp. 71–88, 1938.