

## グループ構造と拍節構造を用いたドラム演奏初心者向けフィルイン変換\*

佐藤 航太<sup>†</sup>, 小島 淳嗣<sup>‡</sup>, 伊藤 克巨<sup>†</sup>

## 1 はじめに

ドラムパターンは基礎的リズムパターンとフィルインの大きく二つに分けることができる。基礎的リズムパターンはいくつかの典型的なパターンを教本で比較的容易に学ぶことができるが、フィルインは曲の雰囲気や構成などによって適宜変えなければならないため初心者には学習困難な場合がある。また、楽譜に記載されているフィルインが手数が多さなどにより難易度が高い場合アレンジを加えるのだが、フィルインのアレンジは奏者の感覚やセンス、経験による部分が大きい。そのため、初心者にはうまくアレンジできない恐れがある。そこで、本研究では演奏困難なフィルインを入力とし類似する簡単なフィルインに自動で変換する手法を提案する。簡易化は、音楽理論 GTTM(Generative Theory of Tonal Music)[?] に基づいて行った。GTTM は、楽曲中の音を時間的にまとめ、階層構造を木構造として表現するため、木の幹に近い音は相対的に重要であることを示す。従って、この木を上にとどることによって、重要でない音から削除し簡易化を行うことができる。フィルインの簡易化において、この木構造を利用することができると考え、フィルインに対してグループ構造分析と拍節構造分析を行い、それらの結果から構造木を作成した。

## 2 ドラムパターン構造木

GTTM に基づきドラムパターンの分析への応用を行って、フィルインに含まれる各音符の相対的な重要度を階層的に表す構造木を作成する。GTTM は、グループ構造、拍節構造、タイムスパン還元、延長的還元の 4 つの構成要素から成り立ち、各要素には、満たすべき条件や制約を記載した構成ルールと、構成ルールを満たす複数の構造の中から好ましい構造を示す選好ルールの 2 種類のルールがある。本研究では、4 つの要素のうち木を作成するために必要となるグループ構造分析と拍節構造分析を計算機で実装し、それらの結果から構造木の作成を行った。実装の際には、構成ルールを満たすような結果が得られるように注意した。GTTM は調性音楽を対象として作成されており、ドラム演奏のフィルインに応用する際、和音進行に関するルールなど適用できない選好ルールは除外した。他にも、ルールの除外はしなかったがアーティキュレーションに関するルールなどは限定的に適用した。GTTM ではアーティキュレーションに関する定義が明確にされていないが、本研究ではスラー、スタッカート、レガートなどの楽譜上の演奏記号を指すと解釈した。ドラムパターンにおいて音価に関する演奏記号は意味を持たないため、アクセントのみを用いた。フィルインを表す構造木の作成では、先行研究に倣いボトムアップに局所的なグループ境界の強さと拍点の強さを求め、トップダウンに階層構造を獲得した。

## 2.1 グループ構造分析

グループ構造は、楽曲を音楽的にまとまりがあるグループにまとめ、各グループの階層構造を決定する。具体的な手順としては、まず、グループ選好ルールのうち 2 つの音の間がグループの境界となるかどうかを判定する局所的なルールを先に適用する。そして、2 つ以上の音がグループを形成するかどうかを判定する大局的なルールを適用して、局所的なグループ境界の強さの値が大きい箇所グループの分割を行う。ただし、GPR1 より音符 1 つで構成されるようなグループへの分割は避ける。この分割を再帰的に行うことで、階層的なグループ構造を獲得する。なお、再帰はグループ内に局所的境界の候補が見つからなかった場合に終了する。このように、ボトムアップ的にグループ境界の強さを求めるのは、GWFR1 の連続した構成要素のみがグループを形成できる

というルールによる。局所的なグループ境界の強さの値が小さい箇所は同じグループとしてまとまるためである。また、グループ境界をトップダウン的に行うのは GWFR4, 5 によるものであり、グループがサブグループを含むとき、サブグループの一部を含まず、また、サブグループが交差しないようにするためである。グループの分割では、左側のグループに含まれる音には 1, 右側のグループに含まれる音には 2 のラベルをつけていき結果を出力する。

本研究では、グループ選好ルールとして、GPR2a, 2b, 3a, 3d, 5, 6 を使用した。ルールを適用する際に MusicXML から算出し使用した値は、各音符の発音時刻、音価、消音時刻、楽器の種類、アクセントの有無である。

GPR2a, 2b, 3a, 3d は局所的なルールであり、それぞれ消音時刻から発音時刻までの間隔、発音時刻、音高差、音価に関するルールである。n1,n2,n3,n4 がそれぞれ連続する 4 つの音符の 1 番目, 2 番目, 3 番目, 4 番目を表すとする。n2n3 間の差が n1n2 間と n3n4 間の差の両方より大きいときを 1, それ以外を 0 とするようなベクトルを算出した。

GPR5, 6 は大局的なルールであり、それぞれ対称性、並行性に関するルールである。GPR5 はグループの分割が長さの等しい 2 つの部分からなるようグルーピングすることを優先する。本研究では、グループの端が 0, 中央で最大となる関数として 2 次関数の最大値で正規化したものを用いた。正規化した理由は、グループの幅によって最大値の値が変化しないようにするためである。GPR6 は、グループ間で並行した部分を形成することができる 2 つもしくはそれ以上のグルーピングは並行性のあるグルーピングを優先する。本研究では、先行研究 [?] に倣い各拍にある音符の数、発音タイミングの一致率から拍単位で並行的なグループを検出する。

## 2.2 拍節構造分析

拍節構造は、各階層ごとに強拍と弱拍をもつ構造に解析される。各階層では、強拍は基準となる音価の 2 拍または 3 拍の同等な間隔をもつとされている。本研究では、フィルインを対象としており、1 小節から 2 譜読程度の短い区間であることから、フィルイン内で拍節構造が変化することはないとした。最初に基準となる音価として 16 分音符での拍節構造解析を行い予め用意した拍節構造の候補から最も適するものを選択する。その後再帰的に、8 分音符, 4 分音符, 2 分音符, 全音符の階層で解析した。MWFR2 のあるレベルのすべての拍がより小さなレベルでの一つの拍であるということに逆を考えるとき、小さなレベルでの強拍が大きなレベルでの一つの拍である可能性が高いということになる。そこで、基準となる音価を短い順に再帰的に行った。なお、用いた拍節選好ルールは、MPR3, 4, 5a, 5e であり、それぞれ拍点、アクセント、相対的な音価、同一音高音の連続に関するルールである。ルールを適用する際に MusicXML から算出し使用した値は、各音符の発音時刻、音価、アクセントの有無である。MPR3 では、一つ前の階層で獲得した拍節構造と一致する点が 1, それ以外を 0 とするベクトルが得られる。なお、再帰の 1 番最初である 16 分音符の階層ではすべて 1 として扱う。MPR5 は、音の長さに関するルールであるが、GTTM では具体的な定義がされていない。そこで本研究では、MPR5a において、MPR3 で一致した音の平均の音価よりも長い音が相対的に長い音であると定義した。また、MPR5e においては、同一音高音が続くときの一番最初の音を 1, それ以外 0 となるようなベクトルを作成した。

## 2.3 構造木

GTTM のタイムスパン還元では、ルールに基づいてタイムスパン木を作成する。タイムスパン木は、楽曲中の各音符の相対的な重要度に応じて階層構造が構築されており、上の階層に行くほど音楽的に安定的な部分を取り出すことができる。しかし、ここでいう音楽的に安定的な構造とは主に和音進行のことを指しており、そのままドラムパターンへ適用す

\* Fill-in conversion using grouping structure and metrical structure for the drum performance beginners.: Kota Sato (Hosei Univ.) et al.

<sup>†</sup> 法政大学 情報科学部

<sup>‡</sup> 法政大学 情報科学研究科

ることは困難であるうえに不適切である。特に、TSRPR9は開始部よりも終結部を優先するというルールであり、これは最終的な和音の解決を重要視していると考えられる。そこで、本研究では、グループ構造分析と拍節構造分析の結果から、各グループにおいて最も重要な音をそのグループを代表する音として位置づけ、グループ内の他の音はそれに付随する音として構造木を作成した。構造木を用いた還元は、基本的に拍節構造に基づいて行われ、親子関係は必ず各階層において同一グループの隣り合う音同士で築かれる。構造木は階層構造を成しているため、複数の難易度での簡易化を実現することができる。

### 3 結果と考察

グループ構造分析はうまくできているが拍節構造分析がうまくできていないドラムパターンについて、還元の結果はあまりよくない結果となった。逆に、グループ構造分析はうまくできていないが拍節構造分析がうまくできているドラムパターンについて、還元の結果がよかった。これは、構造木を作成する際に、拍節構造分析の結果を基にグループ内の音同士の親子関係を築いたためと思われる。GTTMにおいて、グループ構造分析はタイムスパンを決定し、拍節構造分析において重要だと思われる音をそのタイムスパンを代表する音として選択していた。しかし、今回のドラムパターンの還元では、拍節構造分析において重要だと判断した音の発音時刻を変えないまま残し、それ以外のあまり重要ではない音を削ったためにこのような結果になったと考えられる。

以下の図??、??は、スネアドラム、ハイトム、ロートム、フロアトム の 4 種類を含むフィルインに対するグループ構造分析、拍節構造分析の結果、及びそれらから手動で作成した構造木と還元の様子の成功例である。すべての音価が等しく発音時刻間隔が一定であるときはグループ構造分析、拍節構造分析ともに期待通りの結果が得られた。また、繰り返しのモチーフごとに違う楽器とするとグループ境界が正確に得られた。うまくいかなかったパターンとして、特に図??に示したシンコペーションのパターンがあげられる。グループ構造分析では裏拍から次の裏拍までを一つのグループと分析され、拍節構造分析では、上の階層に行くにつれ頭拍が強い構造として分析されてしまった。特に拍節構造分析において、構成ルールを守られていないような結果になってしまうことがあり、アルゴリズムの改善が求められる。

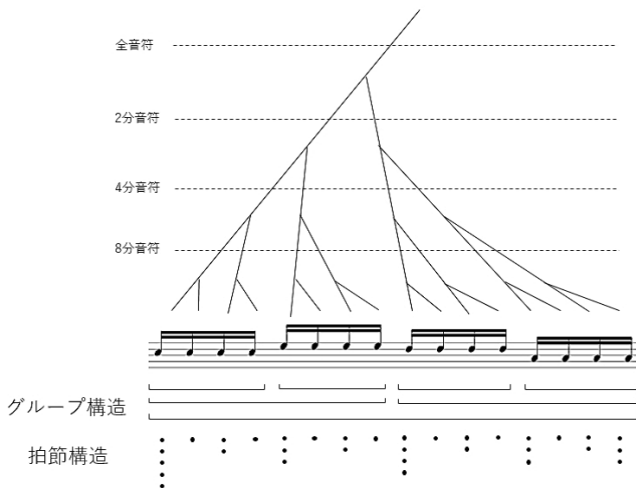


図 1. グループ構造分析、拍節構造分析の結果、及び作成した構造木の成功例

今回は、フィルインに対する構造木のみを作成して還元を行った。GTTM は曲に対する構造分析をする理論であるため、フィルインのみに限らず適用範囲を広げることで精度向上が見込まれる。例えば、フィルインには、ボーカル、ギター、ベースなどの調性楽器と同じリズムパターンを持つ場合も多くあるため、調性楽器に関して構造木を作成し利用することができると考えられる。また、GTTM を応用して繰り返し構



図 2. 還元の成功例

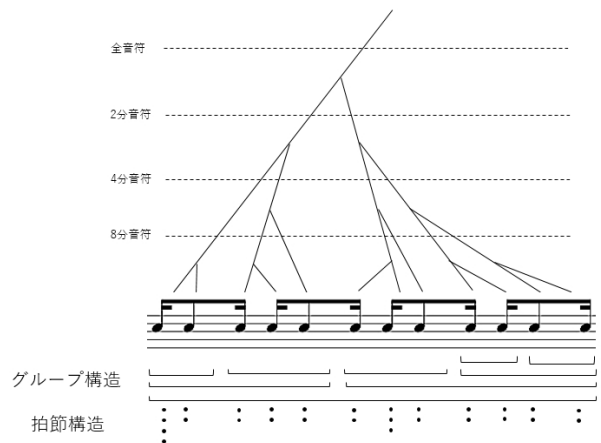


図 3. グループ構造分析、拍節構造分析の結果、及び作成した構造木の失敗例

造を並列的なグループとすることで、基礎的リズムパターンとフィルインの判別にも利用できると考えられる。

### 4 おわりに

本研究では、調性音楽を対象とした音楽理論 GTTM をドラム演奏のフィルインに応用しフィルインの変換を行った。その過程で、GTTM の要素であるグループ構造分析、拍節構造分析が和音構成に関するルールを見直すことで非調性楽器の演奏にも適用できることが示せた。また、グループ構造分析及び拍節構造分析の結果から相対的な音の重要度を考慮した階層構造をもつ構造木の作成を行った。まだ改良の余地があるものの、階層構造を上へたどることによって段階的なフィルインの簡易化を可能とした。今後、さらに性能を向上させる方法として、調性楽器への適用結果との併用などが考えられる。さらにフィルイン以外の基礎的リズムパターンへも適用することによって、基礎的リズムパターンとフィルインの判別にも利用できると考えられる。

### 参考文献

- [1] Fred Lerdahl, Ray Jackendoff, "A Generative Theory of Tonal Music", The MIT Press(1983)
- [2] 浜中 雅俊, 平田 圭二, 東条 敏, "音楽理論 GTTM に基づくグルーピング獲得システム", 情処学論 48(1), 284-299(2007)
- [3] 難波 精一郎, 桑野 園子, "音の評価のための心理学的測定法", コロナ社 (1998)