

## スラーに基づく演奏表現の一検討

橋田 光代<sup>††</sup>

片寄 晴弘<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> 科学技術振興事業団さきがけ研究 21

<sup>††</sup> 和歌山大学システム工学研究科    <sup>†††</sup> 関西学院大学理工学部情報科学科

{hashida, katayose}@ksc.kwansei.ac.jp

あらし 本稿では、計算機によるピアノ演奏の表情付けを、スラー表記に基づいて生成する手法を提案する。これは、現在も定義が曖昧で議論が重ねられている音楽のフレージングとその演奏表現に対する一つの研究アプローチである。一般に、楽譜を読んだ人がフレーズのまとまりを強調する場合、スラーを書きこむという行為が極めて多い。我々は、スラーの描画形状とフレーズのプリミティブな仕組みが概ね合致している、すなわち、多くの楽譜に記載されているスラーの情報が、フレージングならびにその演奏表現に多大な影響を及ぼしていると考え、この仮説に基づいて演奏表現モデルを作成し、試験的な演奏生成を行って、簡単な聴取実験を行ったところ、ある様式に基づく音楽表現には十分な効果があり、その有効性を確認することができた。

## A Study of Performance Rendering based on Sluring

Mitsuyo Hashida<sup>††</sup>

Haruhiro Katayose<sup>†††</sup>

<sup>†</sup>PRESTO/JST

<sup>††</sup>Wakayama University

<sup>†††</sup>Kwansei Gakuin University

**Abstract** This paper proposes a model of expression of musical phrases based on sluring for performance rendering. It has been recognized that detecting phrases is the most important to analyze group of music. We think that slur has very closely-linked to performance phrases. However, it has not been considered so far in the other performance rendering models. Experimental results with the rendered performance based on slur show the effectiveness of the consideration. We believe that this study provides a new points for performance rendering.

### 1 はじめに

計算機で、あたかも人間が弾いているような情緒あふれる演奏を目指して、表情付けの演奏生成をテーマにした研究アプローチが 1980 年代後半から特に活発に行われている。2000 年代に入ってから、これらを音楽では欠かせない人間の感覚にもよる評価を行うために、演奏生成システムのためのコンテストを開催するプロジェクトも開始された [1] [2] [3]。

演奏生成においては、音楽のどの部分が音のまとまり (フレーズ) であるかという問題を筆頭に、どのように人間が音楽を理解するのかを解明することが重要な課題となってきた。そのため、歴史的社会的背景にとらわれず、純粋に楽譜や演奏解釈の視点から、より客観的なレベルで音楽構造を理論付ける試み [4][5] や、それを計算機モデルに実装

する研究も進められている [6][7]。しかし、理論やモデルと合致しない事例も多数あり、フレーズや音楽的なまとまりを導出するための決定的な手法は見つかっていない。

そこで、本稿では、フレーズをスラーに基づいて判別し、それにしががった表情付けの生成手法を提案する。スラーによるフレージングは、歴史的経緯からも、今まで演奏解釈で考慮されることがほとんどなかった。しかし一般の演奏者の間では当然のように行われていることから、演奏解釈において上記の諸問題の解決の糸口になると考える。

以下、2 章で、演奏システムの先行事例のアプローチと問題点について、3 章で、スラーでフレージングをするための条件や手法などを、これまでのスラーに対する考え方を整理したうえで述べる。4 章で、楽譜のスラーを読み込んで表情付けを生成した演奏について、簡単な聴取実験を行う。

## 2 演奏システムにおけるフレージング

計算機で表情豊かな演奏を行うためには、演奏者自身の演奏技術はもとより、音楽構造を適切に把握することが何よりも重要となる。そのアプローチとして近年最も活発に議論されているのは、人間がどのように音楽のまとまりをフレーズとして聴取しているかという問題である。

この章では、これまでに研究されてきた演奏システムのフレージングに対するアプローチとその問題点を述べる。

### 2.1 フレージング

フレージングによるグループ構造分析では、拍節構造や和声構造をも内包し、ごく細部のモチーフから楽曲全体に至るまでの個々を構成するグループが複雑な階層構造を持つと考えられる。だが、フレーズという概念自体が現在も極めて曖昧な定義しかされていない。そのため、様々な視点から「フレーズとは何か」を問う研究が多くなされてきた。

従来の音楽理論では、主に和声分析からの構造解釈を行った。リーマンやシェンカーらによって理論体系は大きく前進したが、議論自体に論者や作曲者の思想哲学が盛り込まれており、長い間客観的な視点が扱われることがなかった[8][9]。

一方で、比較的最近になって、音楽知覚や認知から音楽構造解釈を理論付けようとする研究がなされるようになった。Mayerは、「期待(暗意)と実現のプロセス」とそれによって喚起される情動の関連を論じた[10]。LerdahlとJackendoffらは、Mayerらのグルーピング理論における課題を解消しながら、独自の生成言語文法として、プロロンゲイショナル・リダクション(延長還元理論)とタイムスパン・リダクションを提唱した[4]。また、演奏解釈における音楽理論を鮮明に意図したアプローチも行われた。保科は、音楽を運動エネルギーに例えて、フレーズの頂点(重心)の存在と、重心へ向かうアナクルーズ *anacrouse*、重心に後続するデジナンス *de'sinaence* を紹介した[5]。保科理論は音楽的な経験を前提としているため、より客観的なルールの整備を現在竹内が継続している[11]。

我々は、フレーズの頂点を意識した表現を行うにあたり、フレージングには以下の3つの手続きが必要であると考える。

1. フレーズの位置の特定
2. フレーズの頂点の特定
3. フレーズの演奏への反映

### 2.2 演奏システムでのアプローチ

現在まで、計算機を用いて表情付けを行うシステムにおいては、拍節構造、和声構造、グループ構造に着目したモデルが多く採用されてきた。

拍節構造分析では、主に強拍と弱拍の関係が重視される。この関係は、拍子と小節の概念を必要不可欠とする場合が多く、ビートのはっきりした伴奏のある曲やポピュラー音楽では好分析が可能であるが、そうでないもの、たとえば多声音楽や、演奏速度が遅く持続音の多い曲には向いていない。

和声構造分析では、T(トニック)－D(ドミナント)－Tの基本枠をもってフレーズとしての区切りと定めている。和声分析自体は、音楽学、音楽理論の分野において最も長い研究の歴史によって基本が確立されていることもあり、演奏生成システムにおいては最も気軽に利用することができる<sup>1</sup>。

最近の研究では、上記の認知的な音楽構造解析理論と各種計算手法を組合せたものが始まっており、成果が上がり始めている。平田らによるHa-Hi-Hunでは、タイムスパン・リダクションの類型で全ての処理を行うアプローチを試みている[6]。MISでは、保科の言う頂点等を、Jackendoffらの延長還元理論から得られるものとして、頂点の位置を手動で与え、その部分の演奏ルールの抽出を行っている[12][13]。Widmerは、旋律に対するフレーズの輪郭を検索し、その頂点や輪郭そのものに類似したものを適用させた[7]。

しかし、MISはフレーズの頂点を人間が指定しているため、システムの自動化手法に問題がある。Ha-Hi-Hunでは、タイムスパン・リダクションをすべてのフレーズの根拠にしているため、タイムスパンリダクション自体に指摘されている例外処理の問題について対応することができない。Widmerの手法では、類型によるルールの適用を行っているため、そのタイプの規準が変われば生成結果が変わり、汎用的に用いることに困難がある。

以上のように、フレージングの重要性は十分に理解されており、成果も上がりつつある。しかしながら、それぞれが解決課題を残しており、楽譜情報からフレーズを自動的に分析する手法の確立が待たれている。

### 2.3 一つの事例から

図1に、ショパンのワルツOp.64 No.2からの抜粋を示す。ここで、5小節目冒頭のAから最後までがひとつのフレーズであると仮定する。このフレーズは、3小節にまたがって上行し続けたうえで、さらに4度上行して楽曲中の最高音(C#)に到達する。その進行はディミヌエンドと指定されている。このような場合、フレーズの頂点の決定を重視するルールは、頂点を5小節目冒頭に置くことで、以降をデジナンスとして表現することができる。しかし、音高と音列進行を重視するルールでは、演奏速度から見ても図の後半部分はクレッシェンドになるのが妥当であり、フ

<sup>1</sup>たとえば、次に提示されるコードをある程度予測できるといった利点がある。

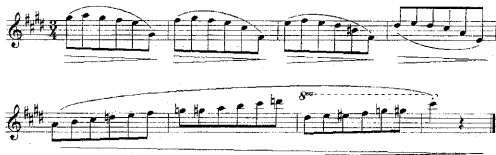


図 1: Waltz Op.64 No.2 より

レーズの表現として少なくとも2通りの選択肢ができる。Jackendoffらが言うところのプリファレンス・ルール、または例外的処理を適用しなければならなくなる。

さらに、フレーズの位置や頂点がわかったと仮定して、それをどのように演奏に反映させればよいか。あるフレーズの頂点に対して、その演奏表現は必ずしもひとつとは限らない。実際の演奏では、同じ場所がフレーズの頂点であっても、演奏者によってその表現に現実的に相違が表れている。

## 2.4 スラーに対する考慮

スラーは、多くの場合、レガートと同様の意味を持ってきた。だが、スラーとレガートが同じものであると明示されたことはない[8]。歴史的には、アーティキュレーションの一つとして「隣接した音をつなげる」という意味で括られ、その目的を果たすために、楽器それぞれの演奏法に合ったスラーリングが独自に発展したと考えられる<sup>2</sup>[9]。

スラーの演奏への利用は、わずかに保科が触れている程度である。保科は、スラーをアーティキュレーションを表すものとフレージングを表すものの2種類に分けている。アーティキュレーション・スラーについては、細部のグループ構造の観点から演奏解釈の手法を提示している。しかし、音符から形成されるフレージングを重視する立場から、フレージングスラーについては考慮の対象から除外している。

そこで本研究では、スラーによるフレージングについて検討する。保科のいうスラーの分類に対する指摘を加味し、その区分手法をより深く検討した上で、楽譜に書かれるスラー全般を利用したフレージングを目指す。

## 3 スラーに基づくフレージング

この章では、ピアノ楽譜におけるスラーの果たす役割について確認した上で、スラーに基づくフレージングの実現手法について、提案を行う。

<sup>2</sup> スラーをどのように記述するかは、時代様式、あるいは同時代でも作曲家によってまちまちであり、さらに楽譜出版時に校訂者によって手が増えられたことがあった[8]。そのため、従来の音楽理論においてはスラーは信憑性がないものとされてきた。



図 2: 指使いなど演奏解釈が加えられた楽譜の例



図 3: 同じ音符列におけるグルーピングパターン

## 3.1 楽譜におけるスラーの機能

現在流通している楽譜の多くは、図2で示すように、演奏者が弾き易いようにという配慮のもとで、編集者がある程度の音楽解釈あるいは演奏のためのガイドを加えた形で出版される<sup>3</sup>。その音楽解釈は、ほとんどの場合、作曲者によって元々記された演奏指示を削除することなしに、不足分を補うという名目で行われる。

このような背景には、今日では、一般的にも、スラーによってフレージングが行われていることが考えられる。たとえば、図3に示すように、楽譜に何の演奏指示も書かれていない場合、その部分は幾通りもの演奏パターンがある。演奏者は、あらかじめ曲を知らなければ、どの音をグループとしてまとめるのか、その強弱も含めて正確にはわからない。単純なダイナミクスだけならば、クレッシェンドや強弱記号、アクセントなどの演奏記号で指示できるが、それだけではフレーズ感を演奏で示すことは難しい。ところが、ある部分にスラーが書かれるだけで、突然音のまとまりが視覚的にわかるようになり、強弱記号がなくてもある程度のダイナミクス変化もつけられるようになる。強弱記号もつけば、さらに作曲意図にも近い演奏ができるようになる。

スラーの描画は、音符ほどに画一的なものではない。その形状は様々で、開始音符、終了音符、範囲内の音列によって、長さやその角度(向き)が変化する。基本的な図形はカーブであり、出版楽譜では音符列進行に合わせて放物線を描くように清書される。一方で、フレーズも同様に、開

<sup>3</sup> その解釈が本当に作曲者の意図と合致しているかについては、本稿では問題にしない。

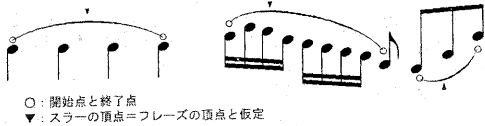


図 4: スラーの形状とフレーズ頂点の位置

始と終了があり、そのどこかに頂点がある。演奏者がそのフレーズを手振りで情緒的に表現しようとするときによく見られる動作の一つに、空中でなめらかな曲線を描くという行為がある。その曲線も、描き方はフレーズの音の流れによって様々あるが、彼らが頂点と定めた場所を中心にやはり放物線を描くような軌跡が生じている。このように、スラーの形状と演奏者のフレーズに対する動作には、曲線的であるという共通点がある。そこで、この関係性を仮説として、以下の手法による演奏モデルを作成した。

### 3.2 スラーによる演奏モデル

本稿では、ピアノ楽譜を対象に、フレーズの (1) 立ち上がり (2) 頂点に向かうまで、(3) 頂点を越えてから終点に向けて、(4) 終点の 4 箇所に対応する演奏ルールを設計する。出力は当面 MIDI を利用する。

フレーズの開始および終了の位置は、楽譜に記載されるスラーの範囲から求める。フレーズの頂点は、個々のスラーの形状から、始点と終点を軸に形成される曲線の頂点部分とする。これにより、検出される頂点は、概ね、スラーのちょうど中心あたりになるが、形状の傾きによっては中央から前後にずれた位置になる。

得られたフレーズに対しては、ダイナミクス変化 (ディナーミクス)、テンポ変化 (アゴギク)、音長と発音時刻のゆらぎ (「ため」や「間」に該当) を演奏ルールとして反映させる。ダイナミクスとテンポのパラメータには、定数でなく、到達地点へ向けての増減値で与える。このルールに与えるパラメータは、フレーズ個別ではなく、すべてのフレーズに同一に与える。

## 4 スラーに着目した演奏生成手法の実装と実験結果

現在実装を進めているルールベースによる表情付けの演奏生成システムにおいて、スラーリングによるフレーズ表現がどの程度可能か検証を行った。

### 4.1 演奏生成手順

システムの実装には OPS で行っており、入力には、記譜ソフト Finale で作成した楽譜を、Recordare 社製プラグイ



図 5: 入力楽譜例

ン Dolet でエクスポートした MusicXML を用いる<sup>4</sup>。XML タグを解析して楽譜情報をワーキングメモリに積み、演奏指示 (スラー) に従って、ベロシティ、音長、発音時刻のゆらぎ (「間」に該当) を決定する。今回は、スラーの種類を、開始音と終了音が隣接している 2 音構成のものとして 2 種類に分けた。2 音の場合は開始音と終了音、その他の場合はそれに頂点位置を加えた 3 箇所について値を指定する。頂点の位置は、開始音から終了音までの演奏時間を 100% とした場合の中央 (50%) に最も近い音符と仮定した<sup>5</sup>。

### 4.2 聴取実験と結果

このシステムを用いて、4~16 小節程度の単旋律にスラーを与えた演奏を 10 曲生成した。図 5 に入力する楽譜の一例を示す。

また、これらに加えて、スタッカート、アクセント、テヌートについてもルールを与えた演奏では、その効果がよりはっきりと現れ、フレーズの聴取が容易になった。

### 4.3 考察

今回の生成では BPM の調整を全く行っていない。また、3 音以上で構成されるスラーにおいて、一部はアーティキュレーションとして 2 音のスラーのように捉えたい箇所もあった。それらについては、多少物足りなさが残ったが、最大の目的であるフレーズ感については、ほぼ良好に聴き取ることができた。

生成した演奏はショパンの楽曲が主であったが、スラーが比較的細かく記述されている楽譜であれば、表情付けでしばしば目標とされるロマン派、印象派、その他チャイコフスキーなどにも対応できるのではないかと考えている。

感性が関係する領域において、定量的な評価を実施するのは容易なことではない [14][15][16][17]。より客観的な評

<sup>4</sup> この MusicXML から読み取る楽譜情報は、拍子記号、基本メトロノーム速度、音高、音価、各種演奏指示記号。

<sup>5</sup> 仕様上は頂点位置を任意にパーセンテージで指定できる。

価を行うことを目指し、本研究により生成した演奏については、IJCAI-Rencon[18]へのエントリを予定している。

なお、本稿で生成した演奏およびパラメータ値の詳細は、<http://ist.ksc.kwansei.ac.jp/~katayose/hsdslur/>にて掲載する。ぜひ多数の方に試聴いただき、また意見をいただくことを期待している。

## 5 終わりに

本稿では、フレーズの演奏表現をスラーリングに基づいて行うことの有効性について述べた。

フレージングにおいておそらく不可欠で今回は生成の対象になかった課題がいくつも残っている。まず、4章で述べたとおり、今回は演奏速度(アゴギク)を考慮していない。ただ、保科理論でも触れているように、フレーズの形成において、立ち上がりから頂点にかけてと頂点から終了音に向けてのテンポ変化は、確実にルール化できると確信している<sup>6</sup>。3音以上で構成されるスラーのどれをアーティキュレーションの一部として区別するか。拍節構造を単位にしただけでは例外事例が多数生じるとわかっているため、別の視点のアプローチが必要である。強弱記号に基づくフレーズのダイナミクス(ディナーミク)については、それらがフレージングの必要上書かれたものか、作曲の意図として記述された特殊なものかについて吟味しなければならない。この区別の基準が確立されるまで、本研究では強弱記号による演奏反映については当面考慮しない予定である。ただし、スラーリングによる演奏表現としてのダイナミクスは当然考慮の対象であり、それに伴って生じる楽曲全体(対象とする演奏部分)のペロシティ変化については細心の注意を払いたい。

今後は、このような課題を消化しながら、スラーリングに基づく演奏解釈のさらなる検討と実現を目指していく予定である。

謝辞 構想にあたって、貴重な助言および議論にご協力いただいた竹内好宏氏、野池賢二氏に感謝の意を表します。本研究は、科学技術振興事業団さきがけ研究21「協調と制御」領域研究として実施されました。

## 参考文献

- [1] 片寄, 平賀, 平田, 野池: 蓮根 (Performance Rendering Concours for Piano) について—System WG の活動を中心として—, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 2002-MUS-44, pp. 19-24 (2002)
- [2] 片寄, 平賀, 平田, 野池, 橋田: ICAD-RENCON —報告と課題—, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 2002-MUS-47, pp. 79-83 (2002)

<sup>6</sup> Yutaka を用いた演奏表情付けでは、スラーに対して速度変化も与えており、その際不自然さは認められなかった [19].

- [3] 橋田, 野池, 平賀, 平田, 片寄: FIT 2002 Rencon Workshop —報告と課題—, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 2002-MUS-48, pp. 35-39 (2002)
- [4] Lerdahl and Jackendoff: A Generative Theory of Tonal Music, MIT Press (1983)
- [5] 保科洋: 生きた音楽表現へのアプローチ, 音楽之友社 (1998)
- [6] K.Hirata and R.Hiraga: Ha-Hi-Hun: Performance Rendering System of High Controllability, Proc. of International Conference on Auditory Display (ICAD) 2002, pp. 40-46 (2002)
- [7] G.Widmer and A. Tobudic: Playing Mozart by Analogy: Learning Phrase-level Timing and Dynamics Strategies, Proc. of International Conference on Auditory Display (ICAD) 2002, pp. 28-35 (2002)
- [8] ニューグローブ世界音楽大事典, 講談社, (1993)
- [9] H.ケラー: フレージングとアーティキュレーション, 生きた演奏のための基礎文法, 植村耕三/福田達夫訳, 音楽之友社, (1969)
- [10] L. Mayer: The Emotion and Meaning of Music, University of Chicago Press, (1956)
- [11] 竹内好宏: 認知的視点による演奏解釈の研究, 兵庫教育大学大学院修士論文 (1994)
- [12] 片寄晴弘: 音楽完成情報処理に関する研究, 大阪大学基礎工学部博士論文 (1991)
- [13] 石川修, 片寄晴弘, 井口征士: 演奏解釈の音楽理論とその応用について, 情報処理学会論文誌 Vol.43 No.2, pp. 268-276, (2002)
- [14] 片寄晴弘, 竹内好宏: 演奏解釈の音楽理論とその応用について, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 1994-MUS-7, pp. 15-22 (1994)
- [15] 片寄晴弘, 笠尾教司: マルチメディアコンテンツと情報処理システムとしての評価, 情報処理学会論文誌, 2003.2 (2003)
- [16] 平賀瑠美, 平田圭二, 片寄晴弘: 蓮根: めざせ世界一のピアニスト, 情報処理学会誌, Vol.43, No.2, pp. 136-141 (2002)
- [17] R.Hiraga, K.Hirata and H.Katayose: The Second Rencon: Performance Contest, Panel Discussion, and the Future, Proc. FIT (Forum on Information and Technology) 2002, pp. 116-119 (2002)
- [18] 演奏生成システムコンテスト: 蓮根 ホームページ, <http://shouchan.ei.tuets.ac.jp/~rencon/>
- [19] 橋田光代, 野池賢二, 片寄晴弘: 演奏表情付けに関する一検討—打ち込みとルールベースによる表情付けの比較, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 2002-MUS-47 (2002)
- [20] C.E.Seashore: Psychology of Music, McGraw-Hill, (1938)
- [21] L.Fryden and J.Sundberg: Performance Rules for Melodies. Origin, Functions, Purposes, Proc. Intl. Computer Music Conf., pp. 221-225 (1984)
- [22] 平田圭二, 平賀瑠美: GTTM に基づく音楽表現手法再考, 情報処理学会研究報告音楽情報科学 2002-MUS-45, pp. 1-7 (2002)
- [23] 新訂 標準音楽辞典, p.1675, 音楽之友社, (1991)
- [24] R.Bresin, A.Friberg and J.Sundberg: The Director Musics (DM) system (30 rules), <http://www.speech.kth.se/music/>