

音楽演奏表情データベース CrestMusePEDB 3.0: 収録演奏の公開とフレーズ構造記述について

橋田光代^{†1} 松井淑恵^{†1} 馬場 隆^{†2}
北原鉄朗^{†3} 片寄晴弘^{†1}

我々は、音楽情報科学・音楽知覚認知・音楽学等における共通研究基盤の構築を目的として、伝統的西洋音楽におけるピアノ演奏を対象とした演奏表情データベース CrestMusePEDB の作成を進めている。これまで音響信号として残存する名演奏の採譜を中心に構築を進めてきたが、音楽演奏には、その表現のもととなる音楽構造が存在している。表出物としての演奏表情データに加えて、演奏に対応した音楽構造データも合わせて集積することで、データベースの利用価値はより高いものとなる。本稿では、採譜ベースでのデータベースの最新情報と階層的フレーズ構造と「頂点」に関する音楽構造情報に合わせて集積した演奏データ CrestMusePEDB 3.0 について述べる。

Music Performance Expression Database PEDB 3.0: Newly Recorded Performance Data and the Description of Phrase Structure Data

MITSUYO HASHIDA,^{†1} TOSHIE MATSUI,^{†1}
TAKASHI BABA,^{†2} TETSURO KITAHARA^{†3}
and HARUHIRO KATAYOSE^{†1}

We have been creating a music expression database called CrestMusePEDB, to be used for new music studies in the fields of musicology, music informatics, and music education. We have distributed MIDI-level control data, which has been transcribed from virtuoso performances in audio signal waveform. If accompanied with the structural data that the performers intended, the database shall be more valuable. This paper present the latest version of the Crest-MusePEDB ver.3.0, where a hierarchical phrase structure and apexes are added, to MIDI-level control data.

1. はじめに

音楽学における系譜や特徴分析、音楽情報処理研究におけるベンチマーク用途として音楽データベースの果たす役割は極めて大きい。我々は、バッハ、モーツァルト、ベートーヴェン、ショパンを中心としたクラシック音楽のピアノ曲を対象に、演奏表情を扱った演奏表情データベース CrestMusePEDB の構築を進めてきた^{1),2)}。2007年11月のプロジェクト開始当初からこれまでに、音響信号からの採譜による既存名演奏の演奏表情データを集積し、拍単位のテンポ推移とダイナミクス、個々の音の発音時刻・持続時間・音の強さに関する MIDI レベルでの分解能に応じた特徴を XML に準拠した形で記述・配付を行ってきた。2010年12月現在、名演奏の採譜データは計110点を数えている。

一方、音楽演奏には、その演奏表現の元となった音楽構造（意図）が存在する。上記のような名演奏データは、表現の結果として観測される演奏表情だけでなく、もととなる音楽構造もあわせて集積・提供されることによって、とくに音楽学や表情付け研究の分野において利用価値が高まると考えられる。演奏がどのような音楽構造に基づいて行われたかということについては、奏者本人に確認することが最善であるが、それができないことも想定する必要がある。対応策としては、(1) これまでに集積した名演奏に対し、複数の専門家の演奏分析による音楽構造の推定、を行うとともに、(2) 特定の楽曲を対象に、専門家に音楽構造による弾き分けを依頼し、構造情報と演奏表情データをペアで取得する、という形でデータベースの構築を進めることが考えられる。

我々は、まず(2)の演奏収録を実施し、とくに階層的フレーズ構造と「頂点」に関する音楽構造情報に合わせた演奏データ112点を集積・配布することとした。その第一弾として、2010年12月に CrestMusePEDB ver. 3.0 として収録演奏の配布を開始している。本稿では、CrestMusePEDB の直近の取り組みとして配布を開始した名演奏の採譜データ (Crest-MusePEDB ver.2.5)、音楽構造に合わせた新収録演奏からの演奏表情データ (ver.3.0)、音楽構造データ PEDB-STR の記述形式について述べる。

^{†1} 関西学院大学理工学研究科・ヒューマンメディア研究センター
Research Center for Human & Media, Kwansai Gakuin University

^{†2} 関西学院大学理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University

^{†3} 日本大学文理学部情報システム解析学科
College of Humanities and Sciences, Nihon University

表 1 CrestMusePEDB ver. 2.5 収録演奏データ (No. 102~110)

作曲者名 (演奏データ数)	No.	ScoreID	曲名			
			演奏者名	音源	CD 番号	トラック
L. v. Beethoven	102	snt023-2	ピアノソナタ 第 23 番 Op. 57 第 2 楽章			
			C. Arrau	arrau1965-y	UCCP-3386	Tr. 5
F. Chopin	103	pld020	プレリュード Op. 28 第 20 番			
J. Brahms	104	rha079-2	2つのラプソディ Op. 79 第 2 曲			
			M.J. Pires	pires-y	UCCG-70051	Tr. 20
C. Debussy	105	pld110	前奏曲集 第 1 巻 第 10 曲「沈める寺」			
			M. Beroff	berof-y	COCO-70534	Tr. 10
S. Prokofiev	107	pld210	前奏曲集 第 2 巻 第 10 曲「カノーブ」			
			W. Giesecking	giese-y	TOCE-14085	Tr. 22
S. Prokofiev	108	snt007-1	ピアノソナタ 第 7 番 Op. 83 第 1 楽章			
			M. Pollini	polli-y	POCG-3593	Tr. 4
E. Satie	109	snt007-3	ピアノソナタ 第 7 番 Op. 83 第 3 楽章			
			M. Pollini	polli-b	POCG-3593	Tr. 6
A. Scriabin	110	gym001	ジムノペディ 第 1 番			
			J. Y. Thubaudet	thiba-y	473-621-2	Tr. 4
A. Scriabin	110	etd008-8	12の練習曲 Op. 8 第 8 番			
			V. Sofronitsky	sofro-y	MECC-26012	Tr. 8

2. 音響信号からの採譜データ CrestMusePEDB ver.2.5

CrestMusePEDB は、クラシック音楽、特に、ピアノの名演奏を対象とした演奏表情のデータベースである。音響信号として残存する名演奏、音楽構造に対応した新録音演奏の分析を実施し、拍単位のテンポ推移とダイナミクス、個々の音の発音時刻・持続時間・音の強さに関する MIDI レベルで拍より細かな変位を XML に準拠した形式にて記述・配付している。

本 DB の初版は 2007 年 11 月に公開され、以降、演奏表情データ (PEDB-DEV, 以下 DEV データ) を主軸としたデータの拡充配付が行われてきた^{1),2)}。2010 年 12 月に ver. 2.5 (9 演奏, 表 1) をリリースし、合計 110 点の DEV データが利用可能となった。

ver. 2.5 では、ドビュッシーやプロコフィエフなど、これまで未収録の楽曲に対する追加を行った。従来がショパンやモーツァルトなど、同一作曲家の作品を集めてきたのに対し、今回は、和音や和声進行の変化に富む楽曲を中心的に集めたほか、7 拍子や、楽曲途中で拍子記号が次々と変化する楽曲 (No. 107)、楽曲途中でテンポ指示が変わるもの (No. 110) などを収録している。また、各作曲家の作品を得意とする演奏家として、ギーゼキングやソフロニツキーらが追加された。

表 2 CrestMusePEDB ver. 3.0 収録演奏データ (No. s001~s112), * 印は指定課題曲を表す。

作曲者名	演奏番号	ScoreID	曲名
W. A. Mozart	No. s001~s033	snt331-1	ピアノソナタ K. 331 第 1 楽章のテーマ (繰り返しなし) (*)
	No. s034	snt331-2	ピアノソナタ K. 331 第 2 楽章
	No. s035	snt570-3	ピアノソナタ K. 570 第 3 楽章
L. v. Beethoven	No. s036~s067	snt008-2	ピアノソナタ 第 8 番「悲愴」第 2 楽章 (冒頭 16 小節) (*)
	No. s068	snt020-1	ピアノソナタ 第 20 番 第 1 楽章
F. Chopin	No. s069~s100	ba1002	バラード第 2 番 Op.38 (冒頭 46 小節) (*)
	No. s101	etd-003	エチュード第 3 番 Op.10 Nr.3
	No. s102~s106	rou001~005	ルーマニア民族舞曲
B. Bartok	No. s107	pld108	プレリュード 第 1 巻 第 8 曲「亜麻色の髪の乙女」
C. Debussy	No. s108~s109	ariett	抒情小曲集 第 1 集第 1 曲「アリエッタ」
M. Ravel	No. s110	prelud	プレリュード
R. Schumann	No. s111	kdr001	子供の情景 第 1 番「見知らぬ国」
	No. s112	kdr007	子供の情景 第 7 番「トロイメライ」

3. フレーズ構造に対応した収録演奏データ CrestMusePEDB ver.3.0

CrestMusePEDB ver.3.0 では、演奏とその解釈 (フレーズ構造と緊張感の頂点) を対応させたデータセットの提供を目的として、新規に録音した演奏の SMF データ、音響信号データ (PEDB-REC)、さらに、その deviation 情報を抽出した DEV データ計 112 点を収録した。表 2 に収録楽曲の一覧を示す。フレーズ構造データについては第 4 章で述べる。

3.1 演奏者

演奏者データは、芸術大学のピアノ専攻に在籍もしくは卒業後も演奏活動を続けている 20 歳から 33 歳の 9 名 (うち 1 名は筆者) の演奏者によるものである。全員、芸術大学のピアノ専攻に在籍もしくは卒業後も演奏活動を続けている。

3.2 使用機器・収録環境

収録は、三田市総合文化センター郷の音ホール小ホール (兵庫県三田市) にて実施された²⁾。楽器には、ヤマハ株式会社から無償で貸与された MIDI 対応グランドピアノ (disklavier E3 C3 モデル, YAMAHA) を使用した。MIDI 対応グランドピアノから出力される MIDI データは、MOTIF-RACK XS (YAMAHA) を介し、MacBook Pro (Apple) 上で動作する Digital Performer 7.01 (MOTU) で、SMF 形式で保存された。SMF による演奏収録と同時に、マイクロフォン (AT9940, Audio-technica) による収録も行った。

3.3 命名規則

データファイルの命名規則は以下のように設定した。

[作曲者 ID - ScoreID - 演奏者 ID - 演奏方法]

- 作曲者 ID: アルファベット 3 文字による略称

表 3 CrestMusePEDB ver. 3.0 演奏方法の命名規則

聴覚フィードバック	構造解釈	
	(a) 指定なし (奏者の独自解釈)	(b) 指定あり
ピアノ実音響	po	pc
MIDI ピアノ音源	mo	mc

- ScoreID：アルファベット 3 文字+数字 3 文字 (+楽章など数字 1 文字)
- 演奏者 ID：アルファベット 2 文字による演奏者のイニシャル

演奏方法については、同一楽曲に対して、聴覚フィードバックならびに音楽構造（フレージング）の観点からそれぞれ二通りの演奏をしてもらった。奏者への聴覚フィードバックとしては、(1) ピアノ実音響、(2) スピーカーを通じた MIDI 音源、を用意した。また、音楽構造（フレージング）に関しては、(a) 奏者が自由に解釈して表現した演奏、(b) 筆者らがあらかじめ指定した構造に基づいて表現してもらった演奏、である。これらの演奏について、ファイル名で表 3 のように区分している。

3.4 ダンパーペダル情報

ver. 3.0 は MIDI ピアノによる実演奏収録であり、ノートオン、オフだけでなくダンパーペダルのデータもあわせて収録されている。この点において、シーケンサを用いて音響信号から採譜作業を行った ver. 2.x の DEV データとは作成方法が異なる。演奏においては、ダンパーペダルが利用されることにより、各音符の音長（発音時刻-消音時刻間の時間長）がシーケンサで作成された場合と比べて極端に短くなる傾向がある。PEDB 利用者が ver.2.x と ver.3.0 の DEV データの双方を用いて演奏分析を行う際には、消音時刻や音長の取扱いに注意されたい。

3.5 対応する音響信号とフレーズ構造

3.2 節で述べたように、収録した演奏は、録音時に SMF と同時にマイクロフォンを介してピアノ実機の音響信号も記録している。CrestMusePEDB では、ver.3.0 として提供する DEV データとセットで、これらの音響信号データ（PEDB-REC）も公開している。ファイル名は DEV データと同名である。

4. フレーズ構造記述データ PEDB-STR

本章では、DEV データに対応する音楽構造情報データ（PEDB-STR、以下 STR）について取り扱う。STR は、フレーズ構造や緊張感の頂点といった音楽構造に関する記述方法

が、演奏表現の解析に使用できる共通単位として広く用いられるようになることを目指して作成・公開される音楽構造情報である。記述形式として CrestMuseXML (CMX)³⁾ 形式のひとつである MusicApexXML を採用している。

PEDB-STR と演奏表情のついた SMF データをセットで用いることで、演奏家の意識下にある演奏プランとその実現例に対する定量的な演奏分析を行うことができると期待するものである。以下、記述方法について説明する。

4.1 MusicApexXML 形式

PEDB-STR において、設計の第一段階として取り上げる音楽構造情報としては、楽曲における階層的フレーズ構造と、各フレーズにおける頂点の 2 点である。ここでいう頂点とは、音の並びや演奏表現上の意図に沿って、強弱やテンポなどなんらかの緊張度合いがもっとも高くなる音符のことをさす。フレーズの頂点は、分析の対象が作曲（楽譜）構造であるか音響信号としての演奏表現（強弱やテンポ）構造であるかなどによって、必ずしも一意に定まるものとは限らない。そこで、複数の分析視点 (aspect) に対応した音楽構造情報を記述できるような記述形式 MusicApexXML を考案した。以下に記述例を示す。

```
<music-apex target="abc.xml" apex-inherited="yes" apex="composition">
  <group depth="1">
    <group depth="2">
      <note xlink:href="xpointer(/score-partwise/part[@id='P1']/
        measure[@number='1']/note[1])" />
      <note xlink:href="xpointer(/score-partwise/part[@id='P1']/
        measure[@number='1']/note[2])" />
      <apex xlink:href="xpointer(/score-partwise/part[@id='P1']/
        measure[@number='1']/note[1])" saliency="0.4" />
    </group>
  <group depth="2">
    <note xlink:href="xpointer(/score-partwise/part[@id='P1']/
        measure[@number='1']/note[3])" />
    <note xlink:href="xpointer(/score-partwise/part[@id='P1']/
        measure[@number='1']/note[4])" />
    <apex xlink:href="xpointer(/score-partwise/part[@id='P1']
```

```
measure[@number='1']/note[3])" />
</group>
<apex xlink:href="xpointer(/score-partwise/part[@id='P1']/
measure[@number='1']/note[3])" />
</group>
</music-apex>
```

MusicApexXMLは、五線譜記述情報を記述した MusicXML 形式 (上記の例では abc.xml) と対で用いられる。aspect 属性は、フレーズ構造において着目する分析視点を表す。たとえば”apex=composition”と書いた場合は、このフレーズ構造は楽曲 (楽譜に書かれた情報) に着目していることを意味する。

note タグは、XPath によって MusicXML 中の note タグと対応づけられる。group タグはひとつのフレーズとして1つ以上の note タグあるいは group タグを含む。フレーズの指示方法として、開始音と終了音の note タグのみを記述する方法があるが、その場合、フレーズを構成する音符に和音や、楽譜上異なる声部に属する音符を含むのかどうかといった、楽譜の解釈によって判断が異なる場合に対応できない。そこで、本形式では、フレーズに所属する全 note を記述する方式をとる。これにより、自由度の高いフレーズ指定を可能としている。

depth 属性によって階層の深さを指定することができる。depth=1 の場合、楽曲全体を表し、値が増加するにつれて階層が深くなる。また、group タグには、最大1つの apex タグを含むことができる。apex タグは、隣接する1音以上の note タグを指定することができる。これにより、頂点の範囲が一音にとどまらなると判断した場合の記述に対応している。

あるフレーズがサブフレーズを含む場合、上位のフレーズ頂点が下位の頂点を継承するかどうかは、頂点分析の目的によって議論の余地がある。MusicApexXML では、両方の立場においても記述に対応できるよう、トップタグに apex-inherited 属性を用意している。apex-inherited 属性が”yes”の場合、depth=k で apex に指定されたすべての note は、depth>k のすべての group において apex に指定される必要がある。

頂点の記述においてもうひとつ議論を要するポイントとして、各フレーズの頂点間に優劣や度合いが存在するかどうかという点があげられる。MusicApexXML 形式では、利用目的に応じた記述に対応できるよう、apex タグに saliency 属性をもうけ、任意に値を指定できるようにしている。

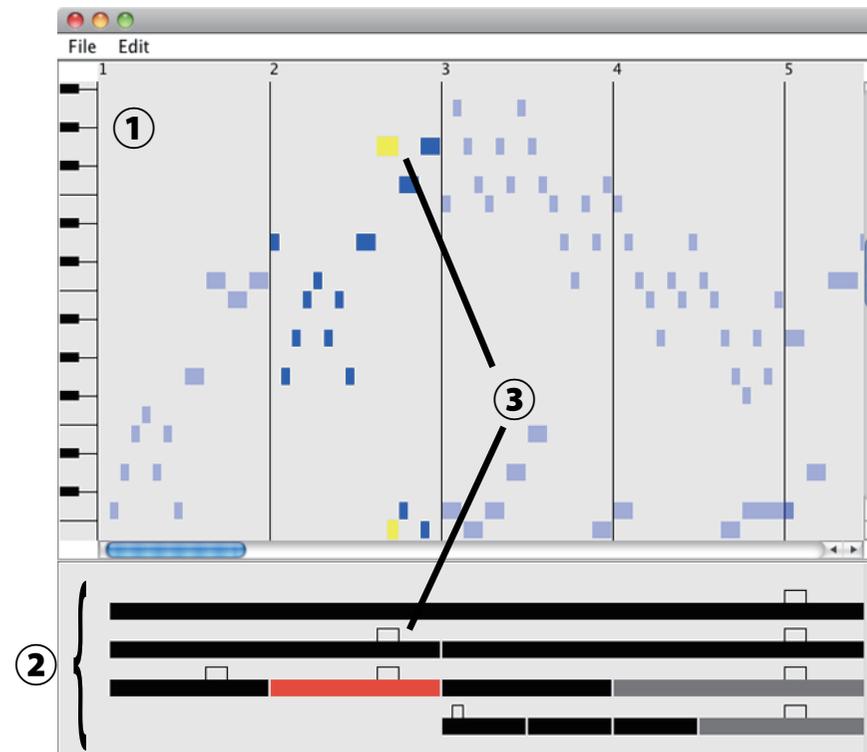


図1 MusicApexEditor. (1) ピアノロール, (2) 階層フレーズ構造, (3) 頂点音

4.2 STR データ閲覧・編集ツール MusicApexEditor

XML を基本としたデータ記述方式は、拡張性というメリットがある一方で、非情報科学系の研究者にとって必ずしも扱いやすいものではない。このような観点に基づいて、Crest-MusePEDB では、STR データの閲覧・編集・保存を目的とした Java ベースのツール群の整備を進めている。ここでは、MusicApexEditor (図1) を紹介する。

MusicApexEditor は音楽の構造情報を表す MusicApexXML を編集するためのソフトウェアである。楽譜を読み込むと、横軸を時間、縦軸を音高とするピアノロール画面 (図中①) 上に、楽譜上の音符が青色の矩形として表示される。ピアノロール画面上をドラッグすると複数の音符が選択状態になる。選択した音符の上で右クリックをするとコンテキストメ

ニューが表示される。メニューから「Make Subgroup」を選ぶと、画面下部(図中②)に黒色の矩形が出現する。黒矩形ひとつがフレーズを意味する。フレーズを選択すると、ピアノロール画面において対応する音符とそれ以外が濃淡で区別される。選択したフレーズのうち、ある音符の上で再び右クリックし、出現するコンテキストメニューの中から「set apex」を選択すると、その音符の色は黄色に変わり、フレーズ上部の該当する位置に黒枠が出現する。この音符がそのフレーズの頂点として設定されたという意味である。

楽曲のすべての音符はいずれかの階層のフレーズに必ず属するが、本ツールを用いてのフレーズ入力作業においては、一部の音符列をフレーズとして指定すると、残りの音符列が同じ階層レベルのフレーズとして自動生成されといったように、工数を軽減する工夫がされている。生成されたフレーズは灰色の矩形として表示され、「implicit(暗黙の)」という属性が与えられている。この属性はいつでも「explicit」に切り替えることができる。explicit属性のフレーズでは任意の音符間でサブフレーズに分割できる。

頂点音は、ひとつのフレーズにおいて1音以上の隣接する音符列1カ所のみを指定することができる。これにより、頂点を一音だけでなく範囲で付与することができるようになっていく。また、あるフレーズの頂点が、その上位・下位階層のフレーズにおいても頂点である場合、上位階層のフレーズに対して頂点を付与すれば下位フレーズの同じ位置に頂点情報が自動的に付与される。

4.3 適用事例

モーツァルトのピアノソナタ K.331 第1楽章冒頭8小節を例に、2名の演奏者(KN, KT)の独自解釈による演奏表情と、その演奏において各演奏者が意図したフレーズ構造ならびに頂点(ここでは各演奏者が、演奏を行うにあたって最も意識を集中させるべきと考えた音符)をMusicApexEditorで入力した事例を図2、図3に示す。

この楽曲において、まず4小節ごとにフレーズが分割されている点は2人とも共通している。頂点を4小節目の中に置いているという点についても共通であるが、音符単位までブレイクダウンすると、KNが4拍目からのC#~B音に頂点を置くのに対し、KTは3拍目E音を頂点としており、両者の表現意図に差異が表れていることが見て取れる。また、KNは前半4小節はそれのみでフレーズを構成している一方、後半4小節では最後の2小節を細分化しており、前半と後半とでフレーズ構造を変化させていることがわかる。KTの場合は前半と後半とどちらも1:1:2のサブフレーズを構成している。

このような両者のフレーズ構造や頂点の違いは、対応する演奏表情にも現れている。ふたりとも、音量表現に関しては、頂点に向かってだんだん強くして傾向が見て取れるのは共通

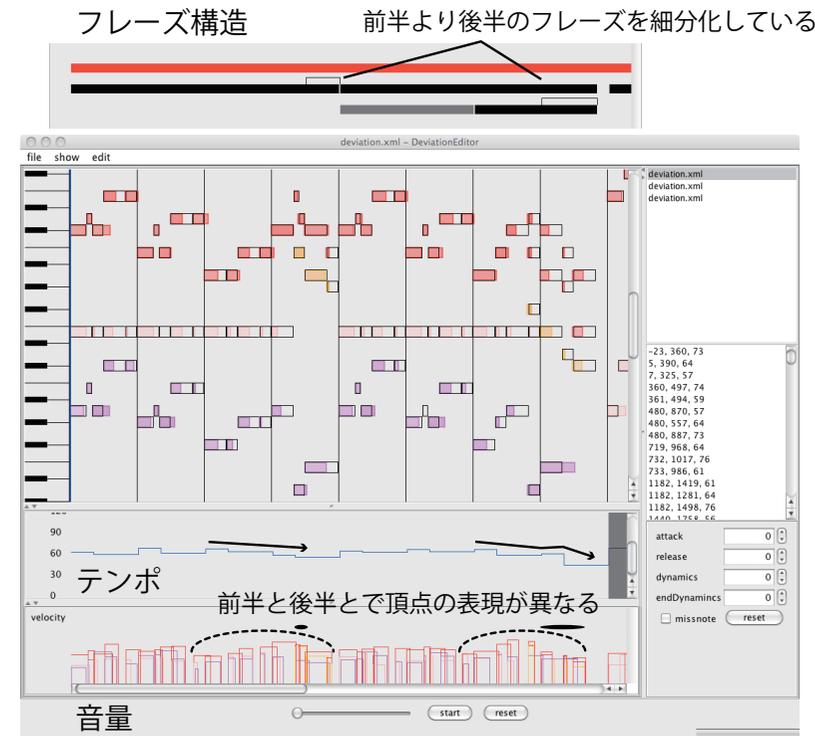


図2 フレーズ構造とそれに対応する演奏表情データ(演奏者:KN)

している。ただしKNは、前半では頂点を越えて自然に音量を減衰させているが、後半では頂点の開始音(8小節目第1拍)で強弱差をつけ、さらにテンポの落とす量も増やしている。一方、KTの演奏表情の推移は、KNに比べれば前半と後半とで音量・テンポともに大きな差は現れていない。

以上の説明は定性的な分析の一例にすぎないが、このように、フレーズ構造、頂点、演奏表情をそれぞれデータ化することによって、表現の意図と実際の演奏とを視覚化して比較分析を行ったり、文献2)のように、他の演奏者を集めて平均的な演奏表情を作り、そこから個別の表情差分を追跡するといった定量的な分析を行ったりすることも可能となる。

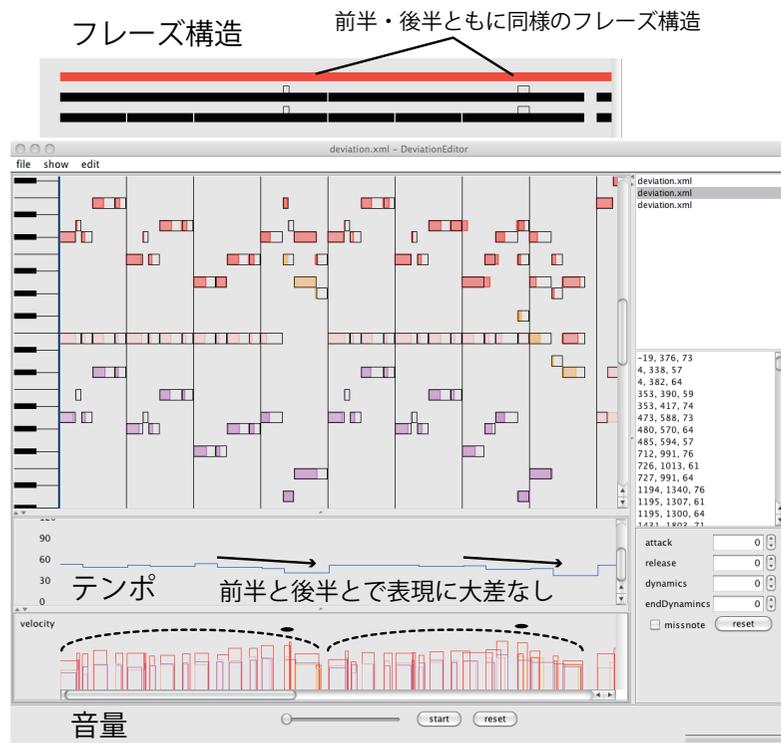


図3 フレーズ構造とそれに対応する演奏表情データ (演奏者: KT)

4.4 制作状況

STR データは、DEV データの数だけ存在する。現在 ver.3.0 に対応する STR データ 112 点が本年 2 月に公開予定である。合わせて、ver.2.x の音響信号からの採譜 DEV データについても、対応する STR データの作成にとりかかっており、本年春をめどに順次公開して行く予定である。

5. まとめ

本稿では、音楽演奏表情データベース CrestMusePEDB について、音響信号から音符レベルの音量・テンポ推移を楽譜からのずれ情報 (deviation) を集積した演奏表情データ

(ver.2.5) 9 点、フレーズ構造と合わせた新規録音による演奏表情データ (ver.3.0) 112 点、フレーズ構造データの記述とその制作状況について述べた。合わせて、フレーズ構造データの閲覧・編集・保存ツール ApexEditor について述べた。

フレーズ構造データと演奏表情データをセットで提供することは、楽曲における音楽構造の解釈と演奏表情との関係性や、演奏者ごとの音楽解釈と演奏表現との傾向などを調査したり、そのような分析をもとに演奏家の系図を作ったりするなど、さまざまな研究用途への利用が期待できる。

現在、PEDB-DEV データの追加を行うとともに、ver.2.x の採譜演奏データに対応するフレーズ構造データの分析を進めている。これらのデータと、ApexEditor の本年中公開に向け整備を進めていく予定である。また、CrestMuse プロジェクトの終了に伴い、今後は、データベース利用者が各種データベース作成支援ツールを用いて演奏表情データを新たに作成し、投稿・共有できる枠組みをつくっていくことを考えている。

謝辞 本研究は、JST 戦略的創造研究 CREST 「デジタルメディア領域」片寄研究グループ (CrestMuse プロジェクト) の支援を受けて実施されています。保科洋氏 (指揮者)、竹内好宏氏 (京都府立須知高校) ならびに CrestMuseXML メーリングリスト (CMX-dev ML) の皆様にはデータベースの規格、構築、配布の各段階において貴重なご意見とご助力をいただきました。ヤマハ株式会社には MIDI 音源を検討するにあたってのさまざまなご助力、およびデータ収録用ピアノの手配にご協力をいただきました。

参考文献

- 1) 橋田光代, 松井淑恵, 北原鉄朗, 片寄晴弘: ピアノ名演奏の演奏表現情報と音楽構造情報を対象とした音楽演奏表情データベース CrestMusePEDB の構築, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.3, pp.1090-1099 (2009).
- 2) 橋田光代, 松井淑恵, 北原鉄朗, 片寄晴弘: 音楽演奏表情データベース CrestMusePEDB ver. 2.4 の概要とフレーズ構造に基づく演奏データ収録状況, 情報処理学会研究報告 2010-MUS-85, Vol.2010-MUS-85, No.6, pp.1-6 (2010).
- 3) 北原鉄朗, 橋田光代, 片寄晴弘: 音楽情報科学研究のための共通データフォーマットの確立を目指して, 情報処理学会研究報告 2007-MUS-71, pp.149-154 (2007).