

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

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

音楽研究用のデータベースは近年の音楽情報検索技術の発展とともに整備されつつあるが、音楽の印象を決定づけるうえで重要な役割を担っている演奏表情を扱った共通データベースは、一部の民俗音楽学を対象とするものに限られてきた。我々は、音楽情報科学、音楽知覚認知、音楽学など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。現在、ver.1.0/2.0として計60演奏に対する演奏表情データが用意され、本データベースを利用した連携プロジェクトも開始された。本論文では、音楽演奏表情データベース構築上の課題を整理したうえで、CrestMusePEDBの概要、演奏表情データの作成手順について述べ、現在の利用状況、応用領域、課題について議論する。

Performance Expression Database: CrestMusePEDB ver.1.0/2.0

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

Music databases have been provided actively, with the progress of MIR technologies. However, the number of databases dealing with performance expression is small. Performance expression is one of the most important factors for formulating impressions of music. We have been preparing a music expression database called CrestMusePEDB, as it will be utilized in the research fields of music informatics, music perception and cognition, and musicology. The version 1.0 of the database including 39 performance deviation data has already been established, and more 21 ones are added as the version 2.0. In this paper, we introduce the CrestMusePEDB overview, the data-format and how the

database is created. And we report the current situation and discuss the future works.

1. はじめに

音楽データベース構築は音楽情報科学の黎明期からの主要研究テーマの1つである。2000年ごろから、音楽情報検索(MIR: Music Information Retrieval)の発展にともない、領域自体に大きなインパクトを与えるようなデータベース整備関連の取り組みがみられるようになり、その重要性があらためて認識されるに至っている¹⁾⁻³⁾。音楽のデータベースにはさまざまな形態がある。古くからあるものとしては、出版楽譜の書誌情報や物理媒体としての音響データ作品情報(作曲者や演奏者などのメタ情報)などが集積されていた。80年代以降はMIDI規格の制定やデジタル情報処理技術の発展にともない、上記情報の電子化や演奏のデジタルアーカイブ化が積極的に進められるようになった。

演奏データに関していえば、現在、インターネット上に無数の演奏データ(MIDI)が存在する。しかし、「プロ、あるいは、それに匹敵するピアニストがパデレフスキ版の楽譜に忠実に従って演奏したもの」というような条件で演奏を探すことは容易ではない。

民俗音楽の研究においては、たとえば、Belらによるラーガの旋法の分析のように音量の推移に関するデータベース化を進め、統計処理に基づいて伝播や分化を議論する⁴⁾ものが少なくない。ところが、いわゆるクラシックの演奏の分析研究においては、解析者の主観的な分析に基づいて演奏表現を論じたものが多く、データを集積し定量的な分析を行ったもの^{5),6)}はかえって少数である。

演奏表現にかかわるデータ集積と分析に関する比較的最近の研究としては、Widmerらによるホロヴィッツのピアノ演奏におけるテンポとダイナミクスの変位の分析⁷⁾や、ショパンのマズルカ全曲を対象に過去150年分の残存する演奏データを集積したCookらのMazurka Project⁸⁾などがあげられる。これらの研究は、演奏様式の定量的な分析や演奏の表情付けのための基礎データとして期待されるものであるが、収録楽曲が限定的であることと、拍

†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 JST 戦略的創造研究推進事業 CREST「デジタルメディア」領域 CrestMuse Project
CrestMuse Project, CREST/Japan Science and Technology Agency

†3 京都市立芸術大学音楽研究科
Kyoto City University of Arts

単位の演奏表情（テンポ・音の強さの推移）は扱っているものの個々の音符に対する演奏表情は扱っていないという課題が残されている。個々の音の発音時刻や持続時間、音の強さの変位記述を目指した研究としては Toyoda らによる演奏表情 deviation DB⁹⁾ があげられるが、MIDI による演奏を対象としており、音響信号からの分析は扱っていない。

演奏表現は、音楽の印象を決定づけるうえで重要な役割を担っている。音響信号として残存する名演奏が、拍単位でのテンポや音の強さの推移だけでなく、個々の音の発音時刻・持続時間・音の強さに関する拍以下の変位も含めたデータ（以下演奏表情データ）として集積されれば、音楽情報処理、音楽学や音楽教育分野で広く活用されるものと期待される。以上のような現状に鑑み、我々はクラシック音楽、特に、ピアノの名演奏を対象とした演奏表情データベース（以下 CrestMusePEDB）の構築に着手した。CD のピアノ演奏から MIDI レベルの採譜を行い、個々の音の発音時刻と持続時間、音の強さの変位記述からなるデータベース ver.2.0 までの配付に至っている。

以下、2 章では、演奏表情データベース構築上の課題を整理し、3 章で CrestMusePEDB の概要について紹介する。4 章で、2008 年 8 月の時点でのデータベース配付状況、続いて、展望を述べ、まとめとする。

2. 音楽演奏表情データベース構築上の課題と基本アプローチ

2.1 演奏の質と量の確保

音楽系データベースには質の高い演奏を所収する必要がある。この要請に対して後藤らはプロの奏者によるオリジナル録音を実施し、学術目的で自由に利用できる RWC 研究用音楽データベースを作成・配布している¹⁰⁾。オリジナル録音の実施は著作権問題を回避するという点で有効であるが、制作コストの制約上、質を保ちつつデータベースの規模を拡大していくことは困難である。この問題に対し、MIR 研究領域では、データベースには音響データ本体を保持せず、音響データの参照情報と MIR 領域で取り扱われる網羅的な音響特徴量を集積するというアプローチ³⁾ が示され、具体的なプロジェクトも動き始めている。この方法は著作権問題を回避しつつ実世界のデータを扱うという点で現実的なものである。本研究もこのアプローチで音楽演奏表情データの質と量の確保を目指している。

2.2 演奏制御情報の取扱い

演奏表情データとして取り扱うべき中心的なデータは演奏制御情報である。自然楽器の演奏制御対象とそのレベルにはさまざまなものがある。データの記述については、現実的な使用状況に対処でき、また、将来的に拡張できることが不可欠である。この要請に応えるもの

として、本研究では XML に準拠した形でデータベースを構成し、そのときどきのニーズや技術レベルに応じて、将来的に拡張、詳細化を行う¹¹⁾。

2.2.1 演奏表情データの記述方式

楽器は、発音におけるエネルギーの付与の観点からは、管楽器や擦弦楽器などのように連続的にエネルギーが与えられるものと、ピアノや打楽器のように瞬時にエネルギーが与えられるものの 2 つに大別される。前者の場合、1 つの楽音を扱う場合にも、時間連続的な制御情報を記述していく必要がある。後者、特に、ピアノを代表とする鍵盤楽器の場合、記述すべき制御対象は、各音の発音時刻、消音時刻（持続時間）、音の強さ、ダンパペダルの制御情報にほぼ集約される。鍵盤楽器においても、各音の強さに関する制御情報の取扱いには注意を要する。また、現存している演奏データは CD などの音響データが主体である。これらことから、異なった楽器間の制御情報をどのように補償していくのか、演奏収録時の楽器特性、建築音響特性、音の強さに関する制御情報をどう分離・推定していくのかという問題がある。

2.2.2 演奏表情データの分解能

演奏表情データの記述方式にあたっては、分解能に関する視点も重要である。表現者からは、MIDI の時間分解能、音の強さの分解能はいずれも不十分であり、ダイナミックレンジについても、CD の量子化 16 ビットでは足りないという声も聞かれる。しかしながら、小節単位での演奏表現の違いについては、MIDI レベルの記述能力でも十分に表現可能である。また、音の強さについての分解能は、制御情報推定の精度と合わせて設計すべきである。

本研究では、2008 年度の段階では、MIDI のヴェロシティ相当の分解能で、音の強さに関する情報を記述する。前項で述べた「異なった楽器間の制御情報をどのように補償するか」という問題については、特定の電子音源（MIDI レベル）を想定し、そこでの MIDI のヴェロシティ値を調整し、音響データを近似的に再現するというプロセスにより、音の強さに関するデータを取得する。これについては、5.2.2 項で後述する。

2.3 音楽構造

音楽演奏には、その演奏表現のもととなった音楽構造が存在する。CrestMusePEDB では、音楽学や表情付け研究での利用を想定し、演奏表情データとともに対応する音楽構造を所収する計画である。

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演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しておく必要がある。音楽構造のデータ集積については、1) 演奏者へのインタビュー、2) 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，特定の楽曲に対して，3) 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．ただし，この件については，本論文では議論の対象とはしない．

3. CrestMusePEDB 概要

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 に準拠した形式で記述・配付する．以下，データベース内容，対象楽曲，演奏表情データの記述形式，関連ツール群について述べる．

3.1 対象楽曲・演奏

楽曲に関しては，基本的には，バッハ・モーツァルト・ベートーヴェン・ショパンのピアノ曲を中心に，著作権上の保護期間が終了した 20 世紀初頭までのクラシック音楽（約 100 作品）を取り扱う．これまでに研究事例として取り上げられることの多かった楽曲や，研究対象として興味深い楽曲を積極的に採用する．

各楽曲に対応する演奏としては，プロフェッショナルとして著名なピアニストらの演奏（CD）を取り上げる．1 曲あたり平均して 3~4 人分の演奏表情データを作成する．また，一部の楽曲に対しては 10 人程度の演奏表情データを集積する．

3.2 データベース内容

CrestMusePEDB としては以下のものが用意される．

PEDB-SCR 本データベースに収録する楽曲の楽譜情報．MusicXML 形式のデータと，表情のない演奏の標準 MIDI ファイル（SMF）が用意される．

PEDB-DEV 各演奏の演奏表情の特徴量（表情のない演奏からの変位）を抽出した演奏表情データ．1 つの演奏に対し，演奏表情データ作成時に用いる複数の使用音源分の演奏データが用意される．CrestMuse プロジェクトで開発を進めている CrestMuseXML¹¹⁾（CMX）のうち，楽曲の演奏における deviation 情報（楽譜からのずれ）を扱う DeviationInstanceXML 形式で記述される．詳細については 3.3 節で述べる．

PEDB-IDX PEDB-DEV のもととなる CD の収録情報．アルバム名，演奏者名，レベル，CD 番号，発行年などを記載したテキストの一覧が用意される．

PEDB-STR PEDB-DEV の各演奏に対応する音楽構造情報（階層的なフレーズ構造，頂点）のデータ．CMX に準拠した形式で記述される．基本的に，1 つの演奏に付与され

る構造情報は 1 つのデータであるが，専門家間で妥当と判断された場合に限り，複数の構造情報データが提供される．

PEDB-REC 前項の音楽構造データ（PEDB-STR）に基づいてオリジナルに録音した演奏．1 つの楽曲につき複数の演奏解釈に基づいて弾き分けを実施したプロ奏者演奏の音響信号と MIDI 演奏が提供される．

このほかに，CrestMusePEDB の有効活用に向けて，データビューアをはじめとする関連ツール群を提供する（3.5 節）．

3.3 演奏表情データ（PEDB-DEV）記述形式

2.2 節でも述べたように，演奏表情データとして取り扱うべき中心的なデータは演奏制御情報である．本研究では XML に準拠した形でデータベースを構成し，そのときどきのニーズや技術レベルに応じて，将来的に拡張，詳細化を行う．

音楽の演奏情報を記述する既存の XML 形式としては MusicXML があげられる．しかしながら，MusicXML は楽譜表記の記述を主目的としている．個々の音符に対する音の強さなどを記述するための仕様は用意されているが，それらは楽譜に表記された強弱記号や発想記号に対して用意されたものであり，実際に計測された演奏に対する演奏制御情報を記述することは想定されていない．そこで，演奏表情データの記述形式として，CrestMuse プロジェクトで構築を進めている音楽情報処理のための共通データフォーマット CrestMuseXML¹¹⁾（以下 CMX）のうち，楽曲の演奏における deviation 情報（楽譜からのずれ）を記述することを目的とした DeviationInstanceXML を採用する．

演奏における deviation 情報とは，テンポやダイナミクス，個々の音の発音時刻や持続時間，強さといった演奏にかかわるさまざまな項目において，楽曲全体を通して平均的なデータ値を基準（表情なし）とした場合の差異を表す．deviation 情報は，楽曲の構成によって，(1) 複数の声部や楽器種において共通に記述できるもの（non-partwise），(2) 1 つの声部の中で共通に記述できるもの（partwise），(3) 各音符に対して記述できるもの（notewise），の 3 つの視点に分けられる．本研究では，CMX の現行バージョン^{*1}に基づいて，ピアノ演奏の制御情報として，各音符に対する発音時刻，消音時刻，音の強さ，テンポ，ペダリングに関する情報を取り扱う．これらの情報を，上にあげた 3 つの視点で分類し，以下のような形式で記述する．

```
<deviation target="sample.xml"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink">
```

*1 本論文執筆時点における最新バージョンは 0.32 である．

```

<non-partwise>...</non-partwise> -- (3.3.1 項)
<partwise>...</partwise> -- (3.3.2 項)
<notewise>...</notewise> -- (3.3.3 項)
</deviation>

```

記述形式の詳細については文献 11) に詳しいが、以下、概略を述べる。

3.3.1 声部共通の deviation 情報

声部共通の deviation 情報として記述するものとして、テンポがあげられる。テンポは、*Andante* や *Allegro* など曲想を表す基準テンポと、拍レベルの局所テンポからなるものとして設計される。分単位の拍数 (BPM) を指定する tempo タグと、実際のテンポを基準テンポに対する比率として記述する tempo-deviation タグの 2 つを組み合わせる以下のように記述する。

```

<non-partwise>
  <measure number="1">
    <control beat="1">
      <tempo>120</tempo>
    </control>
    <control beat="4">
      <tempo-deviation>0.8</tempo-deviation>
    </control>
  </measure>
</non-partwise>

```

上記の場合、第 1 小節の 1 拍目で 120 に設定されたテンポが基準テンポを表す。4 拍目は tempo-deviation が指定されたことにより、テンポが 96 (= 120 × 0.8) となる。次の拍 (第 2 小節の 1 拍目) からは 120 に戻る。

3.3.2 各声部に対する deviation 情報

各声部に対する deviation 情報としては、基準となる音の強さ (base-dynamics^{*1}) とペダリングを扱い、以下のように記述する。

```

<partwise>
<part id="P1">
  <measure number="1">
    <control beat="1">
      <base-dynamics>1.0</base-dynamics>
    </control>

```

```

    <control beat="4.06">
      <pedal action="on" depth="1.0"/>
    </control>
  </measure>
</part>
</partwise>

```

base-dynamics は、フォルテやピアノといった大局的な指示に対応した音の強さを、表情なし演奏の際の強さに対する比率として表したものである。上記の例では、第 1 小節の 1 拍目に基準ダイナミクス 1.0 が、4.06 拍目に深さ 1.0 のペダルが付与されたことを示す。小節内のイベント時刻 (beat 属性) について、1 拍の長さを 1.0 とし、実数扱いにすることで、細かなイベント時刻を指定できる。

ペダリングは、MusicXML でも記述方法が用意されているが、実際の演奏における楽器制御情報として扱えるように、DeviationInstanceXML 内で記述する^{*2}。ピアノソロのような単体のポリフォニー楽器による楽曲の場合はすべての声部がペダリングの対象となるが、DeviationInstanceXML は、将来的には複数の楽器からなる楽曲も扱うことを考えているため、ペダリングを (non-partwise) タグ内 (1) に記述するのは好ましくない。議論の余地はあるが、ここでは、指定した複数の声部に対して共通のペダル制御情報を記述する。

3.3.3 各音符に対する deviation 情報

各音符に対する deviation 情報は、楽譜どおりの発音時刻・消音時刻からの打鍵時刻・離鍵時刻のずれ、ならびにそれぞれの音の強さ (dynamics) を扱う。個別ダイナミクスは、フレーズ内の細かな音量表現を記述することを意図したものである。実際に各音符に付与された音の強さは、それぞれのダイナミクス値に基準ダイナミクス値をかけたものになる。

```

<notewise>
  <note-deviation
    xlink:href="#xpointer(//part[@id='P1']/measure[@number='1']/note[2])">
    <attack>0.1</attack>
    <release>-0.1</release>
    <dynamics>0.7</dynamics>
    <end-dynamics>0.7</end-dynamics>
  </note-deviation>
  .....
</notewise>

```

*1 本論文で使用している日本語としてのダイナミクス (音の強弱の変化による演奏表現) とは異なるタグとしてのシンボルである。

*2 MusicXML におけるペダル情報はあくまで楽譜の指示であり、実際の演奏におけるペダリングとは必ずしも対応しない。

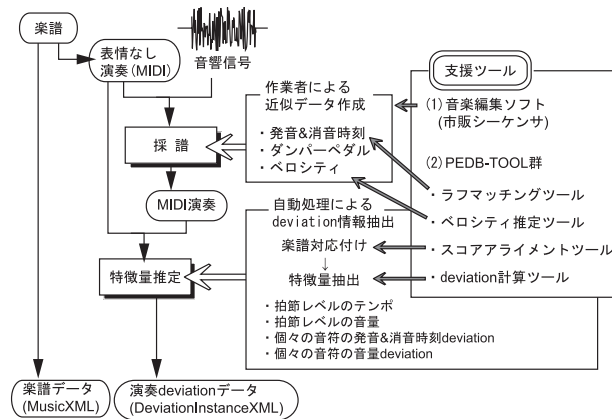


図 1 DEV データの作成手順

Fig. 1 Procedure of making PEDB-DEV.

上記の例は、P1 という ID が付与されたパートの第 1 小節の 2 つめの音符に対する deviation 情報である。attack と release は楽譜おりの発音時刻・消音時刻からのずれを表し、1 拍を 1.0 とした実数で、時間的に後ろにずれる場合に正の数、前にずれる場合に負の数を使って記述する。dynamics と end-dynamics は発音時・消音時の強さで、次に述べる基準ダイナミクスに対する割合として記述する。

3.4 PEDB-DEV 作成手順

CrestMusePEDB の構築においては、音響信号の MIDI レベルの記述への変換が中核的な作業となる。CrestMuse プロジェクトにおいては、これらの自動化の研究も別途進めつつあるが、現時点では、人間による手作業の方が信頼性が高い。ここでは、信頼できるデータをできるだけ早期に構築するという観点から、耳の確かな音楽専門家チーム^{*1}が使い慣れた市販のソフトウェアを使いつつ、音響情報から近似 MIDI データを作成し、並行して、その作業環境を支援・充実させていくというアプローチをとっている。

PEDB-DEV の作成手順 (図 1) を示す。DEV データ作成においては、大きく分けて (a) 音響情報から近似 MIDI データを作成する採譜と、(b) 得られた MIDI データをもとに deviation 情報を抽出する演奏表情抽出の 2 作業に分けられる。以下、それぞれについて説

明する。

3.4.1 採 譜

採譜作業は、必要に応じて後述する支援ツールを利用しつつ、作業者が主体となって行う。その手順は以下のとおりである。

- (1) CD 演奏を聞きながら、演奏の拍単位での発音時刻をラフに同定する。
- (2) 音源を固定したうえで、各音の発音・消音時刻、ダンパペダルのオン・オフ、ヴェロシティ値の近似値を推定する。
- (3) step (2) を繰り返して推定を精緻化し、別作業者によるクロスチェックを行う。

このうち、ヴェロシティ値の推定においては、CD によって使用楽器や録音環境が異なることによる音響信号のダイナミックレンジの違いを吸収する必要がある。ここでは、各 CD 演奏の音響信号に対する聞こえに最も近似した各音のヴェロシティ値を得ることを優先し、全 CD 演奏のダイナミックレンジを調査・調整したうえで、作業者はつねに同じヘッドフォンを用い、修正を繰り返すことで近似値を精緻化することに注力した。

一連の作業を支援するものとして、以下のツールの開発を進めている。

ラフマッチングツール 音楽音響信号のスペクトログラムと楽譜上の各音符とのラフな対応付けを行う^{12),13)}。

ヴェロシティ推定ツール 元々の音響データ、演奏の発音時刻がラフに求められた演奏情報、想定する音源を入力してヴェロシティ値を推定する。

これらのツールは、おもに作業 (1) と、(2) の一部において半自動的に利用されることを想定している。採譜を終了する最終段階では、人間の耳によるクロスチェックを重視する。

3.4.2 演奏表情抽出

演奏表情抽出については、以下の作業を自動処理によって行う。

- (1) 採譜作業によって得られた演奏情報 (MIDI データ) と、演奏表情の入っていない楽譜情報との対応付け (スコアアライメント) を行う。
- (2) テンポ、ダイナミクスの時間推移と、各音の発音と消音の時刻変位、ヴェロシティの base-dynamics からのズレを求め、DeviationInstanceXML 形式で出力する。

この処理を行うツールについては、ほぼエラーフリーで動作している。

3.5 関連ツール群

XML を基本としたデータ記述方式は、拡張性とデータの完全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とは限らない。CrestMusePEDB の有効活用に向けて、以下の Java ベースのツール群を提供する。

*1 音楽大学での修士取得者およびピアノコンクール入賞歴のある工学研究者から構成される。

表 1 収録済の演奏者名 . ver.1.0 および ver.2.0 の累積数
Table 1 Players' list included in ver.1.0 and 2.0.

No.	演奏者名	収録楽曲数
001	Andras Schiff	5 (1)
002	Sviatoslav Richter	12 (1)
003	Glenn Gould	9 (1)
004	Friedrich Gulda	2 (1)
005	Hiroko Nakamura	3 (0)
006	Norio Shimizu	1 (0)
007	Vladimir Ashkenazy	19 (0)
008	Alfred Brendel	4 (0)
009	Martha Argerich	1 (0)
010	Christoph Eschenbach	1 (0)
011	Ingrid Haebler	1 (0)
012	Lili Kraus	1 (0)
013	Maurizio Pollini	1 (0)

() 内は複数音源による重複数を表す .

1) CrestMusePEDB Player

PEDB-SCR , PEDB-DEV データを入力として , 指定する電子音源によって演奏を生成する音楽プレイヤー .

2) CrestMusePEDB Time-line viewer

PEDB-SCR , PEDB-DEV データを入力として , ピアノロール形式で , 音符および PEDB-DEV データに記述される変位情報を表示するビジュアルライザ .

3) CSV Converter

CrestMusePEDB Time-line viewer のサブセットとして機能し , 選択された変位情報を CSV 形式で出力するコンバータ .

4. CrestMusePEDB の配布

CrestMusePEDB は , 2007 年 11 月に , ver.1.0 として , 1 曲あたり約 2 分間の演奏表情データ 39 点が , PEDB-SCR , PEDB-DEV , PEDB-IDX の形式でリリースされた . 2008 年 5 月には , さらに 21 点が ver.2.0 として追加された . ver.2.0 リリースに合わせて , 関連ツール (3.5 節) CrestMusePEDB Player , CSV Converter が提供された . 以下 , 現在の配布状況と今後の公開予定について述べる .

表 2 CrestMusePEDB ver.1.0 収録演奏データ (No.1 ~ 34)
Table 2 CrestMusePEDB ver.1.0 performance data (No.1-34).

作曲者名 (作曲番号) (演奏データ数)	演奏番号	ScoreID	曲名			
			演奏者名	DevID	CD 番号	Track 番号
J.S. Bach (01) (21 演奏)	No.1-2	inv001	インヴェンション第 1 番 BWV 772			
			A. Schiff	001-a, 001-b	POCL-5099	Tr.01
	No.3	inv002	インヴェンション第 2 番 BWV 773			
			A. Schiff	001-b	POCL-5099	Tr.02
	No.4	inv008	インヴェンション第 8 番 BWV 779			
			A. Schiff	001-b	POCL-5099	Tr.08
	No.5	inv015	インヴェンション第 15 番 BWV 786			
			A. Schiff	001-b	POCL-5099	Tr.15
	No.6-11	wtc101-p	平均律クラヴィア曲集第 1 巻 第 1 番 BWV 846 プレリュード			
			S. Richter	002-a, 002-b	BVCC-37139	Tr.01
			G. Gould	003-a, 003-b	SRCR9496	Tr.02
		F. Gulda	004-a, 004-b	416-113-2	Tr.01	
	No.12	wtc107-p	平均律クラヴィア曲集第 1 巻 第 7 番 BWV 852 プレリュード			
			S. Richter	002-b	BVCC-37139	Tr.13
	No.13	wtc107-f	平均律クラヴィア曲集第 1 巻 第 7 番 BWV 852 フーガ			
S. Richter			002-b	BVCC-37139	Tr.14	
No.14	wtc113-p	平均律クラヴィア曲集第 1 巻 第 13 番 BWV 858 プレリュード				
		S. Richter	002-b	BVCC-37139	Tr.01	
No.15	wtc113-f	平均律クラヴィア曲集第 1 巻 第 13 番 BWV 858 フーガ				
		S. Richter	002-b	BVCC-37140	Tr.02	
No.16	wtc123-p	平均律クラヴィア曲集第 1 巻 第 23 番 BWV 868 プレリュード				
		S. Richter	002-b	BVCC-37140	Tr.21	
No.17	wtc123-f	平均律クラヴィア曲集第 1 巻 第 23 番 BWV 868 フーガ				
		S. Richter	002-b	BVCC-37140	Tr.22	
No.18	wtc202-p	平均律クラヴィア曲集第 II 巻 第 2 番 BWV 871 プレリュード				
		S. Richter	002-b	BVCC-37141	Tr.03	
No.19	wtc202-f	平均律クラヴィア曲集第 II 巻 第 2 番 BWV 871 フーガ				
		S. Richter	002-b	BVCC-37141	Tr.04	
No.20	wtc219-p	平均律クラヴィア曲集第 II 巻 第 19 番 BWV 888 プレリュード				
		S. Richter	002-b	BVCC-37142	Tr.11	
No.21	wtc219-f	平均律クラヴィア曲集第 II 巻 第 19 番 BWV 888 フーガ				
		S. Richter	002-b	BVCC-37142	Tr.12	
W.A. Mozart (02) (8 演奏)	No.22-24	snt011-1	ピアノソナタ 第 11 番 K.331 第 1 楽章			
			G. Gould	003-b	SRCR-9669	Tr.01
			H. Nakamura	005-b	AVCL-25130	Tr.07
		N. Shimizu	006-b	RWC-MDB-C-2001-M05	Tr.01	
	No.25	snt011-2	ピアノソナタ 第 11 番 K.331 第 2 楽章			
			H. Nakamura	005-b	AVCL-25130	Tr.08
	No.26	snt011-3	ピアノソナタ 第 11 番 K.331 第 3 楽章			
			H. Nakamura	005-b	AVCL-25130	Tr.09
	No.27	snt016-1	ピアノソナタ 第 16 番 K.545 第 1 楽章			
			G. Gould	003-b	UCCG-5029	Tr.10
No.28	snt016-2	ピアノソナタ 第 16 番 K.545 第 2 楽章				
		G. Gould	003-b	UCCG-5029	Tr.11	
No.29	snt016-3	ピアノソナタ 第 16 番 K.545 第 3 楽章				
		G. Gould	003-b	UCCG-5029	Tr.12	
L.v. Beethoven (03) (5 演奏)	No.30	snt008-1	ピアノソナタ 第 8 番 Op.13 「悲愴」 第 1 楽章			
		V. Ashkenazy	007-a	POCL-5005	Tr.07	
No.31	snt014-2	ピアノソナタ 第 14 番 Op.27-2 「月光」 第 2 楽章				
		A. Brendel	008-b	PHCP-21023	Tr.08	
F. Chopin (04) (7 演奏)	No.32	pld001	プレリュード 第 1 番 Op.28-1			
		V. Ashkenazy	007-b	POCL-5064	Tr.01	
No.33-34	pld004	プレリュード 第 4 番 Op.28-4				
		V. Ashkenazy	007-b	POCL-5064	Tr.04	
	M. Argerich	009-b	UCCG-5024	Tr.04		

表 3 CrestMusePEDB ver.1.0 収録演奏データ (No.35~39)
Table 3 CrestMusePEDB ver.1.0 performance data (No.35~39).

作曲家名 (作曲番号) (演奏データ数)	演奏番号	ScoreID	曲名			
			演奏者名	DevID	CD 番号	Track 番号
F. Chopin (04) (7 演奏)	No.35	pId007	プレリユード 第 7 番 Op.28-7			
			V. Ashkenazy	007-b	POCL-5064	Tr.07
	No.36	pId015	プレリユード 第 15 番 Op.28-15			
			V. Ashkenazy	007-b	POCL-5064	Tr.15
No.37	pId020		プレリユード 第 20 番 Op.28-20			
			V. Ashkenazy	007-b	POCL-5064	Tr.20
			No.38			Tr.07
	wlz007	ワルツ 第 7 番 Op.64-2				
			V. Ashkenazy	007-b	POCL-5024	Tr.07
R. Schuman (05) (1 演奏)	No.39	kdz007	子供の情景 第 7 曲「トロイメライ」Op.15-7			
					V. Ashkenazy	007-b

4.1 CrestMusePEDB ver.1.0/2.0

表 1 に, ver.2.0 までに収録された演奏者のリストを, 表 2, 表 3, 表 4 に ver.2.0 までの収録演奏データの一覧を示す. PEDB-DEV データは, 表 5 に示した形式に従って, 通し番号と識別 ID が振られている. 識別 ID は, 表 2~表 4 中の楽曲 ID と DevID の組合せで表記される. たとえばモーツァルトのピアノソナタ第 11 番 K.331 第 1 楽章の場合, ver.1.0 で Gould, Nakamura, Shimizu の 3 人の演奏が提供されている. これら 3 演奏をまとめて引用する場合は,

- PEDB-DEV No.22~24

のように, Gould の演奏だけを引用するのであれば,

- PEDB-DEV No.22 (snt331-1-003-b)

のように記述でき, 状況に応じて使い分けることが可能である.

4.2 演奏表情付けコンテンツ Rencon との連携

CrestMusePEDB ver.1.0/2.0 は, 演奏表情付けコンテンツ Rencon^{*1}の標準学習データセットとして提供されている.

2008 年 8 月に国際会議 ICMPC 10 の企画イベントとして開催された ICMPC-Rencon では, 4 件の研究チームが CrestMusePEDB を利用した. ICMPC-Rencon に先がけて実施された pre-ICMPC-Rencon¹⁴⁾では, 事例参照型の演奏生成システム Kagurame と Itopul

*1 <http://www.renconmusic.org/icmpc2008/>

表 4 CrestMusePEDB ver.2.0 収録演奏データ (No.40~60)
Table 4 CrestMusePEDB ver.2.0 performance data (No.40~60).

作曲家名 (作曲番号) (演奏データ数)	演奏番号	ScoreID	曲名				
			演奏者名	DevID	CD 番号	Track 番号	
W.A. Mozart (02) (6 演奏)	No.40~42	snt011-1	ピアノソナタ 第 11 番 K.331 第 1 楽章				
			C. Eschenbach	010-a	UCCG-5029	Tr.07	
			I. Haebler	011-a	COCQ-83691	Tr.07	
				L. Kraus	012-a	SICC-487	Tr.04
	No.43	snt001-1	ピアノソナタ 第 1 番 K.279 第 1 楽章				
			G. Gould	003-a	SRCR-9667	Tr.01	
	No.44	snt001-2	ピアノソナタ 第 1 番 K.279 第 2 楽章				
			G. Gould	003-a	SRCR-9667	Tr.02	
	No.45	snt001-3	ピアノソナタ 第 1 番 K.279 第 3 楽章				
			G. Gould	003-a	SRCR-9667	Tr.03	
L.v. Beethoven (03) (6 演奏)	No.46	snt008-2	ピアノソナタ 第 8 番 Op.13 「悲愴」 第 2 楽章				
			V. Ashkenazy	007-a	POCL-5005	Tr.08	
	No.47	snt008-3	ピアノソナタ 第 8 番 Op.13 「悲愴」 第 3 楽章				
			V. Ashkenazy	007-a	POCL-5005	Tr.09	
	No.48	snt014-1	ピアノソナタ 第 14 番 Op.27-2 「月光」 第 1 楽章				
			A. Brendel	008-a	438-862-2	Tr.09	
	No.49	snt014-2	ピアノソナタ 第 14 番 Op.27-2 「月光」 第 2 楽章				
			A. Brendel	008-b	438-862-2	Tr.10	
	No.50	snt014-3	ピアノソナタ 第 14 番 Op.27-2 「月光」 第 3 楽章				
			A. Brendel	008-a	438-862-2	Tr.11	
No.51	snt017-1	ピアノソナタ 第 17 番 Op.31-2 「テンペスト」 第 1 楽章					
		M. Pollini	013-a	UCCG-7069	Tr.02		
F. Chopin (04) (9 演奏)	No.52	wlz001	ワルツ 第 1 番 Op.18				
			V. Ashkenazy	007-a	POCL-5024	Tr.01	
	No.53	wlz003	ワルツ 第 3 番 Op.34-2				
			V. Ashkenazy	007-a	POCL-5024	Tr.03	
	No.54	wlz009	ワルツ 第 9 番 Op.69-1				
			V. Ashkenazy	007-a	POCL-5024	Tr.09	
	No.55	wlz010	ワルツ 第 10 番 Op.69-2				
			V. Ashkenazy	007-a	POCL-5024	Tr.10	
	No.56	etd003	エチュード 第 3 番 Op.10-3				
			V. Ashkenazy	007-a	POCL-5046	Tr.03	
No.57	etd004	エチュード 第 4 番 Op.10-4					
		V. Ashkenazy	007-a	POCL-5046	Tr.04		
No.58	etd023	エチュード 第 23 番 Op.25-11					
		V. Ashkenazy	007-a	POCL-5046	Tr.23		
No.59	nct002	ノクターン 第 2 番 Op.9-2					
		V. Ashkenazy	007-a	POCL-3880	Tr.02		
No.60	nct010	ノクターン 第 10 番 Op.32-2					
		V. Ashkenazy	007-a	POCL-3880	Tr.10		

表 5 PEDB-DEV の型番
Table 5 Distribution of PEDB-DEV.

PEDB-DEV No.[通し番号] (識別 ID) 通し番号: 数字 1~4 桁. 公開順に振られる. 識別 ID: [楽曲 ID]-[DevID] 楽曲 ID: 作曲者番号-作品名略-楽章・種別 作曲者番号: 数字 2 桁 (表 6 参照) 作品名略: アルファベット 3 字 + 数字 3 桁 楽章・種別: アルファベットまたは数字 1 字. 楽曲によってはない場合がある. DevID: 演奏者番号 (-録音)-音源 演奏者番号: 数字 3 桁 (表 1 参照) 録音: 同じ奏者で異なる録音がある場合, それぞれを数字またはアルファベット 1 字で順に表す 音源: アルファベット 1 字. 採譜時に用いた音源を表す. a: Bosendorfer PIANO / GIGA — クリプトン・ヒューチャー・メディア (有償) b: GPO-Concert-Steinway-ver2.sf2 — SF2midi.com (フリー) c: MOTIF XS — ヤマハ (有償)
--

がそれぞれ演奏事例集として CrestMusePEDB ver.1.0 を利用した.

4.3 今後の予定

CrestMusePEDB は, 研究用途で利用可能となるよう広く配布することを目指しており, インターネットで「音楽演奏表情データベース CrestMusePEDB」ホームページを公開している. 利用者は, 申請手続きを経てインターネット上のサーバからダウンロードすることができる. 本 DB の利用にあたっては, (1) 学術目的であること, (2) 利用申請を行うこと, (3) 参照した研究に CrestMusePEDB のクレジットを含むことなどの条件を満たすことで, 誰でも自由に利用することができる. 本データベースに関する発表資料や関連ツールについても順次ホームページ上で公開していく予定である.

演奏表情データの増強については, これまで, ICMPC-Rencon の対象となっているショパンとモーツァルト作品を中心に取り組んできた. 2008 年秋以降もしばらくは, これまでに公開を終えた楽曲を対象に, 異なる演奏者や音源を対象にした増強を図る. 2009 年ごろからは, さらに表 6 に示すような楽曲を追加し, データベースとしてカバーする楽曲の範囲を広げていく. 並行して, 音楽構造情報 (PEDB-STR) の配布に向けた準備を進める.

表 6 今後収録予定の楽曲リスト (抜粋)
Table 6 Music pieces the future versions will include.

作曲者名	
J.S. Bach	Sinfonia No.3, 5, 8, 11
W.A. Mozart	Sonata No.8, K. 310
L.v. Beethoven	Sonata No.9, 17, 19, 20, 23
F. Chopin	Mazurka No.5, 7, 13, 19, 23, 38 Polonaise No.3, 6
J. Brahms	Rhapsody Op.79, No.1, 2 Rhapsody Op.119-4
R. Schumann	Kinderszenen Op.13, No.1
F. Schubert	Moment Musicaux Op.97, No.3, 4
G. Faure	Barcarolle No.4, 6, 8, 12
C. Debussy	Suite Bergamasque (all) Deux arabesques (both) Preludes 1er livre VIII 'La fille aux cheveux de lin' Preludes 1er livre X 'La cathedrale engloutie' Preludes 2e livre X 'Canope' Children's Corner No.1 'Doctor Gradus ad Parnassum'
E. Granados	Danzas Espanolas Op.37-5
I. Albeniz	Cantos de Espana Op.232
S. Rakhmaninov	Prelude Op.3-2
E. Satie	Trois Gimnopédies No.1
G. Gershwin	Three Preludes No.1
S. Prokofiev	Sonata No.7 (1st & 3rd mov.) The Love for Three Oranges, 'March'
M. Ravel	Sonatine (1st mov.) Le Tombeau de Couperin I. Prelude ほか

5. 展 望

5.1 応用領域

5.1.1 音楽学領域での応用

音楽学の分野では、数多くの演奏様式に関する分析、「この部分はノンレガート気味で演奏されている」などがなされている^{15),16)}が、大半は分析者の主観的な判定基準を拠り所に行っている。その判定は信頼できるものであろうが、数値化された演奏制御データを参照することで、客観性の高い分析・主張を行うことが可能となる。

5.1.2 演奏教育領域での応用

演奏表現の特徴量が数値化されることによって、聴取だけでは分かりにくい微細な演奏表現を客観的に提示することが可能になる。楽器演奏の教育現場、合奏時の奏者間の打ち合わせなどを用途とした演奏学習支援システムに応用することができるものと考えられる。

5.1.3 演奏デザイン支援における利用

Rencon との連携にもあるように、本研究は、演奏の表情付け研究における学習データや事例検索型システムにおけるデータセットとして CrestMusePEDB が活用されることを想定している。CrestMusePEDB では、演奏表情データに加えそれに対応した音楽構造情報を用意する予定である。演奏表情データと音楽構造情報とを対で活用することにより、演奏の表情付け研究が次の研究ステージに進むことを期待している。

5.2 課 題

5.2.1 ダンバペダル

ハーフペダルも含めて音響信号から精緻にペダル情報を抽出することは、現状ではきわめて困難である。現時点では、残響音や奏法上の慣習（経験則）を判断材料として、音響信号から作業者が分かる範囲で踏み替え位置の推定を行っているが、今後、記述形式も合わせてペダル情報の検出について深く議論する必要がある。

5.2.2 音源の扱い

CrestMusePEDB では、特定の電子音源を想定し、そこでの MIDI ヴェロシティを近似的に推定するという形でデータ化を行っている。このことにより、異なった録音条件で収録された演奏に対して、ダイナミクスに関する演奏表現の差を比較することが可能となった。ただし、近似処理を導入した結果、響きに対する奏者の意図については、十分にとらえきれない可能性がある。将来的には、楽器特性や建築音響特性を含んだサウンドモデルの構成と、それに合わせた制御情報を記述する必要がある。

5.2.3 コミュニティの形成

公開データベースを構築することの最大の意義は、データベースを利用した研究が国内外に展開されることによって当該領域の研究全体が発展することにある。現在すでに公開されている既存の有力なデータベース群と連携をはかり、双方のデータ記述方式との相互変換を可能とするツールを作成するなどの工夫によって、より多くの利用者が個々の目的に合ったデータをそろえることも可能になる。しかしながら、現段階では、閉じたメンバによってデータベースの開発を進めており、その進捗には限界がある。データベース整備ツール群を配付し、広範囲のコミュニティによって、データベースが構築・メンテナンスされることが望まれる。

6. ま と め

本論文では、音楽の演奏表情データベース構築の重要性について述べ、CrestMusePEDB の構築、ver.1.0 として公開・配布を開始したことを報告した。特徴としては、現存するクラシック音楽の名演奏を集積対象とすること、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）を集積すること、1 楽曲あたり 3 名～10 名の複数の演奏家かつ複数の電子音源によるデータを展開すること、将来的に deviation 情報と合わせて楽曲の音楽構造情報についても集積し、音楽構造に合わせたオリジナル録音を収録することがあげられる。

本データベースが演奏表現に関する共通のベンチマークとして利用できるようになれば、音楽知覚・認知研究の発展、音楽システムへの利用、音楽検索技術への応用など、さまざまな研究分野への貢献できると考えている。今後とも引き続き、各演奏データや支援ツールの整備、CrestMusePEDB ホームページの充実、関連研究領域への告知を進めていく。

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。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さまざまなご助力をいただきました。

参 考 文 献

- 1) 後藤真孝, 橋口博樹, 西村拓一, 岡 隆一: RWC 研究用音楽データベース: 研究目的で利用可能な著作権処理済み楽曲・楽器音データベース, 情報処理学会論文誌, Vol.45,

- No.3, pp.728-738 (2004).
- 2) MIREX. http://www.music-ir.org/mirexwiki/index.php/Main_Page
 - 3) McEnnis, D., McKay, C. and Fujinaga, I.: Overview of OMEN, *Proc. ISMIR*, pp.7-12 (2006).
 - 4) Bel, B.: Symbolic and sonic representations of sound-object structures, *Understanding Music with AI*, The AAAI Press (1992).
 - 5) Seashore, C.E.: *Psychology of Music*, McGraw-Hill (1938).
 - 6) Clynes, M.: A Composing Program Incorporating Microstructure, *Proc. ICMC*, pp.225-232 (1984).
 - 7) Widmer, G., Dixon, S., Goebel, W., Pampalk, E. and A. Tobudic: In Research of the Horowitz Factor, *AI Magazine, FALL 2003*, pp.111-130 (2003).
 - 8) Cook, N.: Performance analysis and Chopin's mazurkas, *Musicae Scientiae*, Vol.11, No.2, pp.183-207 (2007).
 - 9) Toyoda, K., Noike, K. and Katayose, H.: Utility System For Constructing Database of Performance Deviations, *Proc. ISMIR*, pp.373-380 (2004).
 - 10) 後藤真孝, 橋口博樹, 西村拓一, 岡 隆一: RWC 研究用音楽データベース: クラシック音楽データベースとジャズ音楽データベース, 情報処理学会研究報告 2002-MUS-44, No.14, pp.25-32 (2002).
 - 11) 北原鉄朗, 橋田光代, 片寄晴弘: 音楽情報処理のための共通データフォーマット Crest-MuseXML—全体構想と基本設計方針, 日本音響学会 2007 年秋季研究発表会, pp.2-1-4 (2007).
 - 12) 酒造祐介, 武田晴登, 片寄晴弘: 多重音を含む音楽音響信号のピッチ推定を用いた演奏表情抽出のための楽譜との対応付け, 第 69 回情報処理学会全国大会 2N-2 (2007).
 - 13) 松本恭輔, 西本卓也, 小野順貴, 嵯峨山茂樹: パート除去を目的とした楽譜と音響信号のアラインメント手法の検討, 情報処理学会研究報告 2007-MUS-71, pp.105-110 (2007).
 - 14) 橋田光代, 片寄晴弘, 平田圭二: 演奏表情付けコンテスト Pre-ICMPC-Rencon の実施概要と結果報告, 情報処理学会研究報告 2008-MUS-074, pp.67-70 (2008).
 - 15) Badura-Skoda, E. and Badura-Skoda, P.: モーツァルト演奏法と解釈, 音楽之友社 (1963).
 - 16) 三島 郁: 演奏という行為—過去の音の現在化における主体とその背景, 音楽文化学のすすめ, 小西潤子, 仲万美子, 志村 哲 (編), chapter4, pp.53-71, ナカニシヤ出版 (2007).

(平成 20 年 5 月 14 日受付)

(平成 20 年 11 月 5 日採録)



橋田 光代 (正会員)

国立音楽大学音楽デザイン学科卒業。平成 13 年同大学大学院音楽研究科音楽学専攻音楽デザインコース修了。SIGGRAPH'98 Television, ICMC99, June in Buffalo 2001 にて作品入選。平成 18 年和歌山大学システム工学研究科博士後期課程修了。修士 (音楽), 博士 (工学)。現在, 科学技術振興機構 CREST (CrestMuse プロジェクト) 研究員。音楽情報科学, 音楽理論, コンテンツ Design & Creation の研究に従事。日本感性工学会, 音楽教育学会等各会員。



松井 淑恵

京都市立芸術大学音楽学部ピアノ専攻卒業。平成 15 年同大学大学院音楽研究科修士課程器楽専攻 (ピアノ) 修了。現在, 京都市立芸術大学大学院音楽研究科博士後期課程 (音楽学, 聴覚心理学領域) 在籍, ならびに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専門技術員。日本音響学会, 日本基礎心理学会, 日本音楽知覚認知学会各会員。



北原 鉄朗 (正会員)

平成 14 年東京理科大学理工学部卒業。平成 19 年京都大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了。博士 (情報学)。日本学術振興会特別研究員 (DC2) を経て, 現在, 科学技術振興機構 CREST (CrestMuse プロジェクト) 研究員。音楽情報処理, 聴覚的情景分析等に興味を持つ。電気通信普及財団第 19 回テレコムシステム技術学生賞, 京都大学第 2 回総長賞等受賞。電子情報通信学会, 人工知能学会, 日本音響学会, IEEE 等各会員。



片寄 晴弘 (正会員)

大阪大学基礎工学部制御工学科卒業。平成 3 年大阪大学基礎工学研究科博士後期課程修了。工学博士。オーグス総研, イメージ情報科学研究所, 和歌山大学を経て, 現在, 関西学院大学理工学部教授。ヒューマンメディア研究センターセンター長。音楽情報処理, コンテンツ Design & Creation, 心理計測の研究に従事。科学技術振興機構 CREST 「時系列メディアのデザイン転写技術の開発 (CrestMuse Project)」研究代表者。元さきがけ研究 21 「協調と制御」領域研究者。