

音楽演奏表情データベース CrestMusePEDB ver.1.0 の公開について

橋田 光代^{†1,†3} 松井 淑恵^{†3,†4} 北原 鉄朗^{†1,†3}
酒造 祐介^{†2} 片寄 晴弘^{†2,†3}

音楽研究用 DB 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、演奏表情を扱う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いる。CrestMuse プロジェクトでは、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、伝統的西洋音楽を対象とした演奏表情データベース CrestMusePEDB の構築を進めている。本稿では、CrestMusePEDB の概要と、第一期分として公開する CrestMusePEDB ver.1.0 の仕様について述べる。

Performance Expression Database: CrestMusePEDB ver.1.0

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

Music Databases have been provided actively, with the progress of MIR technologies. Whereas, the number of databases dealing with performance expression is small. We have been preparing a music expression database CrestMusePEDB, as it might be utilized, in the research fields of music informatics, music perception and cognition, and musicology. In this paper, we introduce the CrestMusePEDB overview and the specifications of CrestMusePEDB ver.1.0.

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一つであったが、音楽情報検索 (MIR: Music Information Retrieval) 研究領域の発展とそのベンチマークに関連して、その重要性が再認識されるに至っている。2000 年代に入り、領域自体に大きなインパクトを与えるような DB 整備関連の取り組みもみられるようになった^{1)~3)}。

音楽のデータベースには、楽譜情報、演奏表現情報、音響信号、作曲者や演奏者などのメタ情報など、さまざまな形態が存在する。これらのうち、楽譜情報と音響信号、作曲者や演奏者などのメタ情報については比

較的早期から電子化が進められたのに対し、演奏表現情報のデータベース化は必ずしも進んでいるとは言えない。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偏移の分析を行った Widmer らの研究⁴⁾や、MIDI の演奏情報からテンポとダイナミクス、さらには、個々の音の時間とダイナミクスの偏移記述を目指した豊田らの研究⁵⁾などに限られる。

音楽学領域での取り組みとしては、Music dialect の分析を目的とした研究において、ピッチや音量の推移に関するデータベース化を進め、そこでの統計処理を行うというアプローチがとられることが多い⁶⁾。ところが、いわゆるクラシックの演奏の分析的研究においては、解析者のナイーブな (形容詞的な) 演奏表現情報の捉え方に基づくものが多く、データを集積し定量的な分析研究を行ったもの^{7),8)} は少数である[☆]。

インターネットに目を向ければ、現時点でも無数の演奏データ (MIDI) が存在するが、「パデレフスキ版の楽譜を音大修士卒以上のピアニストができるだけ楽譜

†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, Kwansei Gakuin University

†2 関西学院大学理工学部

Science and Technology, Kwansei Gakuin University

†3 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

†4 京都市立芸術大学音楽研究科

Kyoto City University of Arts

☆ 第一には、現在までの現場演奏教育の手法に根ざした分析であるためであると解釈される。

に忠実な形で演奏したものを探す」といった作業は容易ではなく、演奏表現情報を定量的に分析したり、表情付け研究に応用したりすることは困難な状況が続いている。音響信号として残存する名演奏が、拍節レベルのテンポ推移とダイナミクス、個々の音の微細な時間・ダイナミクスに関する偏移として記述したデータ (Performance Expression Data, 以下 **PE Data**) の形で集積され、データベースとして利用出来るようになれば、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 PEDB (以下 CrestMusePEDB) の構築に着手している。本稿では、CrestMusePEDB の概要と、第一期分として公開を行う ver.1.0 の仕様について述べる。

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⁹⁾。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 DB 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、Fujinaga らは、MIR 領域研究における DB 参照の在り方として、商用流通音源を含む世界各地に点在する音響データを参照先とした上で、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考え方を示した³⁾。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有効である。我々の取り組みにおいても同様の考え方を採用する。

2.2 演奏制御情報の取り扱い

PEDB で取り扱う中心的な情報は楽器の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様々なものがある。DB 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、CrestMusePEDB では XML に準拠した形で DB を構成し、その時々ニーズや技術レベルに応じて、将来的に拡張、詳細化を実施するものとする¹⁰⁾。

ピアノを代表とする鍵盤楽器の場合、その制御対象は、各音の発音時刻、消音時刻、音の強さ、ダンパーペダルの制御情報にほぼ集約される。これらの情報は、

概ね MIDI に準拠した形で記述が可能である。現時点の演奏制御情報としては、MIDI レベルでの分解能に応じた演奏制御の特徴量を取り扱う。この場合でも、各音のパワーに関する制御情報の記述に際しては注意を要する。パワーに関する制御情報を精緻に求めているためには、演奏収録時の楽器特性、建築音響特性を含めた楽音のモデル化が必要となるが、演奏の音響データのみからそれらの情報を取得することは極めて難しい。CrestMusePEDB では、特定の電子音源を想定し、そこでの MIDI velocity を近似的に推定するという形でデータ化を行う。

2.3 音楽構造

音楽演奏には、その演奏表現の元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、PE Data 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した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 PE Data 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。

3. CrestMusePEDB 概要

3.1 対象楽曲

楽曲に関しては、基本的には、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を対象とし、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、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 (約 100 曲) を取り上げる。表 1 に、現段階での収録予定の曲目リスト (第 3 期間まで) を示す^{*}。

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 DB に収録する楽曲の楽譜情報。

MusicXML 形式のデータと、演奏表情のない標準 MIDI ファイル (SMF) 形式が用意される。

PEDB-IDX 収録する演奏の元となる CD のクレジット情報。アルバム名、演奏者名、レーベル、ASIN 番号、発行年等を記載したテキストファイ

^{*} 2007 年 10 月現在。事情により予告なく変更される場合がある。

表 1 収録予定楽曲一覧（2007 年 10 月現在）：発行時期はそれぞれ、A:2007 年 11～12 月、B・C:2008 年 2～3 月頃、D・E:2008 年 5～6 月頃の見込。

Composer	Title	発行時期	Composer	Title	発行時期
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 331 1st mov.	A	Chopin, Frederic	Mazurkas No. 5 Op. 7-1	B
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 331 2nd mov.	A	Chopin, Frederic	Mazurkas No. 7 Op. 7-3	B
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 331 3rd mov.	A	Chopin, Frederic	Mazurkas No. 13 Op. 17-4	B
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 545 1st mov.	A	Chopin, Frederic	Mazurkas No. 19 Op. 30-2	B
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 545 2nd mov.	A	Chopin, Frederic	Mazurkas No. 23 Op. 33-2	B
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 545 3rd mov.	A	Chopin, Frederic	Mazurkas No. 38 Op. 59-3	B
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 279 1st mov.	B	Chopin, Frederic	Etudes No. 3 Op.10-3	C
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 279 2nd mov.	B	Chopin, Frederic	Etudes No. 4 Op. 10-4	C
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 279 3rd mov.	B	Chopin, Frederic	Etudes No. 23 Op. 25-11	C
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 310 1st mov.	B	Chopin, Frederic	Polonaise No. 3 Op. 40-1	C
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 310 2nd mov.	B	Chopin, Frederic	Polonaise No. 6 Op. 53	C
Mozart, Wolfgang Amadeus	Sonata K. 310 3rd mov.	B	Chopin, Frederic	Nocturne No. 2 Op. 9-2	C
			Chopin, Frederic	Nocturne No. 10 Op. 32-2	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 8 Op. 13 1st mov.	A	Debussy, Claude	Suite bergamasque 1. Prelude	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 8 Op. 13 2nd mov.	A	Debussy, Claude	Suite bergamasque 2. Menuet	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 8 Op. 13 3rd mov.	A	Debussy, Claude	Suite bergamasque 3. Clair de lune	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No.14 Op. 27-2 1st mov.	A	Debussy, Claude	Suite bergamasque 4. Passepied	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No.14 Op. 27-2 2nd mov.	A	Debussy, Claude	Deux arabesques No. 1	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No.14 Op. 27-2 3rd mov.	A	Debussy, Claude	Deux arabesques No. 2	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 17 Op. 31-2 1st mov.	B	Debussy, Claude	Preludes 1er livre VIII La fille aux cheveux de lin	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 17 Op. 31-2 2nd mov.	B	Debussy, Claude	Preludes 1er livre X La cathedrale engloutie	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 17 Op. 31-2 3rd mov.	B	Debussy, Claude	Preludes 2e livre X Canope	E
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 23 Op. 57 1st mov.	B	Debussy, Claude	Children's corner 1. Doctor Gradus ad Parnassum	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 23 Op. 57 2nd mov.	B			
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 23 Op. 57 3rd mov.	B	Schumann Robert	Kinderszenen Op. 13-1	E
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 9 Op. 14-1 1st mov.	B	Schumann Robert	Kinderszenen Op. 13-7 (Traumerei)	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 9 Op. 14-1 2nd mov.	B	Schubert, Franz	Moment musicaux Op. 97 (D. 780) No 3	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 9 Op. 14-1 3rd mov.	B	Schubert, Franz	Moment musicaux Op. 97 (D. 780) No 4	E
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 19 Op. 49-1 1st mov.	C	Brahms, Johannes	Rhapsody Op. 79-1	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 19 Op. 49-1 2nd mov.	C	Brahms, Johannes	Rhapsody Op. 79-2	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 20 Op. 49-2 1st mov.	C	Brahms, Johannes	Rhapsody Op. 119-4	C
Beethoven, Ludwig van	Sonata No. 20 Op. 49-2 2nd mov.	C			
Bach, Johann Sebastian	Invention No. 1 BWV772	A	Faure, Gabriel	Barcarolle No. 8 Op. 96	D
Bach, Johann Sebastian	Invention No. 2 BWV773	A	Faure, Gabriel	Barcarolle No. 6 Op. 70	D
Bach, Johann Sebastian	Invention No. 8 BWV779	A	Faure, Gabriel	Barcarolle No. 4 Op. 44	D
Bach, Johann Sebastian	Invention No. 15 BWV786	A	Faure, Gabriel	Barcarolle No. 12 Op. 106bis	D
Bach, Johann Sebastian	Sinfonia No. 3 BWV789	B	Granados, Enrique	Danzas Espanolas Op. 37-5	D
Bach, Johann Sebastian	Sinfonia No. 5 BWV791	B	Albeniz, Isaac	Cantos de Espana Op. 232	E
Bach, Johann Sebastian	Sinfonia No. 8 BWV794	B			
Bach, Johann Sebastian	Sinfonia No. 11 BWV797	B	Ravel, Maurice	Sonatine 1st mov.	C
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier I-1 BWV846 Prelude	A	Ravel, Maurice	Le tombeau de Couperin I. Prelude	D
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier I-1 BWV846 Fuga	A	Ravel, Maurice	Miroir III. Oiseaux triste	D
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier I-7 BWV852 Prelude	A	Prokofiev, Sergei	Sonata No. 7 1st mov.	D
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier I-7 BWV852 Fuga	A	Prokofiev, Sergei	Sonata No. 7 3rd mov.	D
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier I-13 BWV858 Prolude	A	Prokofiev, Sergei	The Love for three oranges - March	D
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier I-13 BWV858 Fuga	A	Rachmaninoff, Sergei	Prelude Op. 3-2	D
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier I-23 BWV 868 Prelude	A			
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier I-23 BWV 868 Fuga	A	Bartok, Bela	6 Rumanisch Volkstanze Sz. 56 No. 1	D
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier II-2 BWV871 Prelude	A	Bartok, Bela	Suite Op. 14 Sz. 62 No. 1 Allegretto	D
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier II-2 BWV871 Fuga	A	Scriabin, Alexander	Etude Op. 8-8	D
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier II-19 BWV888 Prelude	A	Scriabin, Alexander	Etude Op. 8-12	E
Bach, Johann Sebastian	Wohltemperierte Klavier II-19 BWV888 Fuga	A	Satie, Eric	Trois Gymnoped No. 1	C
			Gershwin, George	Three Preludes No. 1	D
Chopin, Frederic	Preludes Op. 28 No.1	A	Musorgsky, Modest	Tableaux d'une exposition - Promenade	D
Chopin, Frederic	Preludes Op. 28 No. 4	A	Stravinsky, Igor	Petruskaa I. Danse russe	D
Chopin, Frederic	Preludes Op. 28 No. 7	A			
Chopin, Frederic	Preludes Op. 28 No. 15	A	Shostakovich, Dmitri	Prelude and Fugue No. 1 in C major	E
Chopin, Frederic	Preludes Op. 28 No. 20	A	Shostakovich, Dmitri	Prelude and Fugue No. 3 in G major	D
Chopin, Frederic	Waltz No. 1 Op. 18	B	Messiaen, Olivier	Preludes: La colombe	D
Chopin, Frederic	Waltz No. 3 Op. 34-2	B	Messiaen, Olivier	Vingt regards sur l'Enfant-Jesus II. Regard de l'etoile	D
Chopin, Frederic	Waltz No. 7 Op. 64-2	B	Messiaen, Olivier	Vingt regards sur l'Enfant-Jesus II. Regard de la Vierge	D
Chopin, Frederic	Waltz No. 9 Op. 69-1	B	Schonberg, Anton	Six pieces Op. 19	D
Chopin, Frederic	Waltz No. 10 Op. 69-2	B	Ligeti, Gyorgy	Etude 1er livre 2. Codes a vides	E

ルが用意される。

PEDB-DEV 各演奏の演奏表情の特徴量（機械的演奏からの変位）を抽出した PE Data. 1 曲あたり 3～5 名分の演奏が用意される。CrestMuse プロジェクトで開発を進めている CrestMuseXML¹⁰⁾ 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。詳細については次節にて述べる。

PEDB-STR 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。MusicXML に準拠した形式で記述される。基本的に PEDB-

DEV と同数（ひとつの演奏に対しひとつ）提供されるが、専門家の間で妥当と判断された場合に限り、ひとつの演奏に複数の音楽構造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。ひと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。

3.3 DeviationInstanceXML 記述形式

DeviationInstanceXML は、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 CrestMuseXML¹⁰⁾ (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 XML 形式である^{*}。現行バージョンでは、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。これらの制御情報を、(1) 声部共通 (non-partwise) (2) 各声部 (partwise)、(3) 各音符 (notewise)、の3つの視点に分け、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">
  <non-partwise>...</non-partwise> -- (1)
  <partwise>...</partwise> -- (2)
  <notewise>...</notewise> -- (3)
</deviation>
```

記述形式の詳細については文献 10) に詳しいが、ここでは概略を述べる。

(1) 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、「もたり」など拍ごとの細かなテンポを別々に記述できるように、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割合として記述する tempo-deviation タグの2つを組み合わせで記述する。

(2) 各声部に対する deviation 情報としては、基準ダイナミクスとペダリングを扱う。基準ダイナミクスは、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したものである。

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^{**}。ピアノのような単体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成る楽曲も扱うことを考えているため、ペダリングを (1) で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) 各音符に対する deviation 情報は、楽譜通りの発音時刻・消音時刻からの打鍵時と離鍵時のずれ、ならびにそれぞれの鍵盤制御の速さ (個別ダイナミクス) 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。

4. CrestMusePEDB 配付計画

4.1 配布計画

CrestMusePEDB では、順次、表 1 に示した楽曲に対する楽譜 (PEDB-SCR)、CD 情報 (PEDB-IDX)、演奏 Deviation データ (PEDB-DEV)、音楽構造データ (PEDB-STR)、オリジナル演奏 (PEDB-STR) を公開していく予定である。その第一段階として、表 1 において A と記したものに対しての、楽譜 (PEDB-SCR)、CD 情報 (PEDB-IDX)、演奏 Deviation データ (PEDB-DEV) を含む CrestMusePEDB ver1.0 の公開を本年中を目処に行う。

CrestMuseDB の配布媒体としては、CD-ROM などメディア媒体による配布は行わず、利用申請手続きを終えた者がインターネット上のサーバからダウンロードするという形式を採る。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等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ものとする。

4.2 配付ツール群

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ではない。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) **CrestMusePEDB player** PEDB-SCR, PEDB-DEV データを入力として、指定サウンドフォント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。

5. 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 (採譜) 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 (耳の確かな音楽専門家) による手作業の方が信

^{*} 本稿執筆時点における CMX のバージョンは 0.21 である。

^{**} 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。

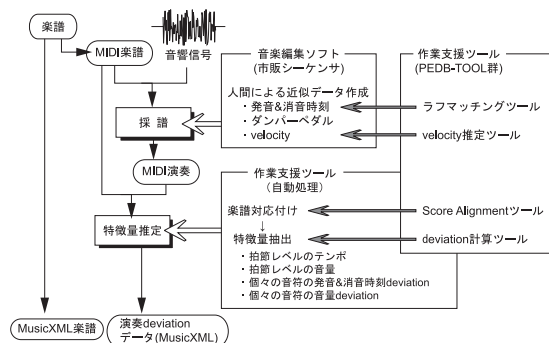


図1 PEDBの作成手順

頼性が高い。CrestMusePEDB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、作業（専門家）が使い慣れた市販のソフトウェアを使いつつ採譜を実施し、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採っている。

以下、CrestMusePEDB ver 1.0におけるPEDB-DEVデータ作成処理と、現在開発中の支援ツールについて紹介する。

5.1 作成手順

PEDB-DEVの作成手順を図1に示す。

- step1** 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。
- step2** 音源を設定した上で、各音の発音・消音時刻、ダンパーペダルのオン・オフ、velocity値の近似値を推定する。
- step3** step2を繰り返して推定を精緻化し、別作業によるクロスチェックを行う。
- step5** 以上の作業によって得られた演奏情報と演奏表情の入っていない楽譜情報とのマッチング（スコアアライメント）を行う。
- step6** 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間偏移、velocityの基準ダイナミクスからのズレを求める。

上記の作業手順のうち、特にstep2, 3でのvelocity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velocity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・調整した上で、作業者は常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。

5.2 支援ツール

前節の作業を支援するツールとして、現在以下の3

つの開発を進めている。

(1) **ラフマッチングツール** DPマッチングを用いて、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¹¹⁾。

(2) **velocity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velocity値を推定する。

(3) **スコアアライメントとdeviation計算ツール** 演奏情報と演奏表情の入っていない楽譜情報との対応付けを行った上で、各音の発音と消音の時間偏移、velocityの基準ダイナミクスからのズレをDeviation-InstanceXML形式で出力する。

上記のツールのうち、ラフマッチングツールとvelocity推定ツールは、100%の推定率（認識率）を確保できるものではない。人間の専門家の分解能が機械を上回る。前者についてはstep1、後者についてはstep2における初期パラメータのおおまかな設定を目的に利用する。スコアアライメントとDeviation計算ツールについては、ほぼエラーフリーで動作しており、結果を人間が確認するという形で使用している。以上のツールは、将来的にCrestMusePEDBを利用するユーザにも提供し、コミュニティ形成を通じてDBのさらなる発展につなげていく予定である。

6. 検 討

6.1 応用領域

CrestMusePEDBによって名演奏の演奏制御情報が参照できるようになる。また、ひとつの楽曲に対しての複数の演奏表現・音楽構造が比較できるようになる。音楽学・演奏現場における教育への利用をはじめ、様々な研究領域における利用が期待される。以下、具体的な応用領域について述べる。

6.1.1 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」等がなされている^{12),13)}が、大半は分析者の主観的な判定基準を拠り所としている。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。

6.1.2 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、聴取だけではわ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。

6.1.3 演奏デザイン支援における利用

CrestMusePEDB では、100 曲を越す PE Data の所収を計画している。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、PE Data 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。PE Data 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。

我々は、別途、演奏生成システムのための聴き比べコンテスト Renocn プロジェクト☆を推進している。2008 年度の Renocn においては、演奏生成システムの自律的な演奏生成能力を競う企画を計画している。参加を希望する研究チームには、CrestMuseDB の本公開に先立ってサンプルを提供する予定である。

6.2 課 題

6.2.1 ダンパーペダル

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、現状では極めて困難である。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わ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。

6.2.2 音源の扱い

CrestMusePEDB では、特定の電子音源を想定し、そこでの MIDI velocity を近似的に推定するという形でデータ化を行っている。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。

6.2.3 コミュニティの形成

公開 DB を構築することの最大の意義は、DB 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。現段階では本 PEDB は CrestMuse プロジェクトに関連するメンバを中心とした構築体制となっているが、採譜ツールの整備を進めて配付し、より広範囲のコミュニティとして、PEDB を作っていく体制の確保が望まれる。

7. ま と め

本稿では、音楽の演奏表情データベース構築を目指して、課題を整理し、応用例を示した。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、様々な研究分野への貢献できると考えている。今後、本年度からの順次発行に向けて、データや支援ツールの整備、CrestMuseDB のホームページ作成、関連研究領域への告知を進めていく。

謝辞 本研究は、CrestMuse プロジェクトの支援を受けて実施されています。

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. of ISMIR*, pp. 7-12 (2006).
- 4) 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).
- 5) Toyoda, K., Noike, K. and Katayose, H.: Utility System For Constructing Database Of Performance Deviations, *Proc. of ISMIR* (2004).
- 6) Bel, B.: Symbolic and sonic representations of sound-object structures, *Understanding Music with AI*, The AAAI Press (1992).
- 7) Seashore, C. E.: *Psychology of Music*, McGraw-Hill (1938).
- 8) Clynes, M.: A Composing Program Incorporating Microstructure, *Proc. of ICMC*, pp. 225-232 (1984).
- 9) 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, 情報研報 2002-MUS-44-5, No. 14, pp. 25-32 (2002).
- 10) 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, 情報研報 2007-MUS-71, pp. 149-154 (2007).
- 11) 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).
- 12) 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).
- 13) 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, 音楽文化のすすめ (小西潤子, 仲万美子, 志村哲 (編)), ナカニシヤ出版, chapter 4, pp. 53-71 (2007).

☆ <http://www.renconmusic.org/>