

平均律クラヴィーア曲集第二巻の手稿譜に関するデータベース構築とその利用

藤波 努*
北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科

富田 庸†
School of Music,
Queen's University,
Belfast, GB

【概要】 J. S. バッハの「平均律クラヴィーア曲集第二巻」はその影響力からいって西洋音楽において最も重要な作品といえるが、バッハ自身が意図した最終稿がどのようなものであったかは未だに分かっておらず、様々なヴァリエーションが存在している。「平均律クラヴィーア曲集第二巻の手稿譜に関するデータベース」(WTC2)は、これら多くのヴァリエーションについて、その起源と製作者を特定すること、またヴァリエーション間の関連を明らかにするために構築された。WTC2はWebアプリケーションとして実装されており、利用者はブラウザを使って平均律第二巻のヴァリエーションに関する様々なデータを検索できる。本論ではWTC2の目的と機能および実現方法について説明する。

Managing a text-critical database of J.S. Bach's 'Well-Tempered Clavier II' with a relational database

Tsutomu Fujinami
School of Knowledge Science
Japan Advanced Institute of Science and Technology

Yo Tomita
School of Music
Queen's University, Belfast

【Abstract】 The text-critical database of J. S. Bach's Well-Tempered Clavier II (WTC-II) is enormous in its size and rich in its content covering every subtle difference among manuscripts. The objective of our project is to make the database accessible to people who are interested in the variants of WTC-II. We employ the web-browser for the user to view the data and build the data management system as a web application.

1 はじめに

J. S. バッハの「平均律クラヴィーア曲集第二巻」は西洋音楽における最も重要な作品と見なされている。バッハ以降の作曲家は皆この作品に影響されていると言っても過言ではない。ベートーヴェンやモーツァルトも19世紀初頭に流布していた平均律第二巻の手稿譜を所持し研究していたことがわかっている。それほど平均律第二巻は重要な作品であるが、バッハ自身が意図した最終稿がどのようなものであったかは未だに分かっておらず、また後世の音楽家が目にした楽譜がどのようなものであったかも判然としない。このような事情から、平均律第二巻の影響を推し量るのは難しい。バッハの死後、手稿譜や出版譜として出現した様々な異形(ヴァリエーション)は少なくとも130を越える。「平均律クラヴィーア曲集第二巻の手稿譜に関するデータベース」(以下、WTC2と呼ぶ)は、これら多くの異形についてその起源と製作者を特定することを目的として構築された。WTC2

*fuji@jaist.ac.jp, <http://www.jaist.ac.jp/~fuji>

†y.tomita@qub.ac.uk, <http://www.music.qub.ac.uk/~tomita/>

はそのデータ部分だけで 5MB 以上のサイズがあり、恐らくこの種のデータベースとしては最大のものである。これだけの規模のデータを解析してなんらかの有意義な結論を導き出すには計算機の利用が不可欠である。

本研究の目的は、WTC2 から重要な情報を引き出す手法を考案するとともに、膨大なデータと解析結果を一般に公開することであり、我々のプロジェクトではそのためのシステムを構築している。目標を達成するためには、以下の 3 つの問題に対して解決法を見いださなければならない：

1. 各異形間の関連をいかに測定し、記号化あるいは数値化したらよいか
2. 各異形間の関係をどのように表現すべきか
3. データと解析結果をどのように研究者間で共有すべきか

第一の問いに答えるには、各異形間に共通するエラーや特徴をリストアップしていく必要があるが、音楽的な特徴だけでは十分ではなく、楽譜の物理的な特徴も調べなければならない。譜面に書かれた音符や休符、記号の物理的な状態（インクが薄いなど）が影響して、楽譜製作者が特定の音符を書き忘れたり、書き間違えることがありうるからである。楽譜製作者は自分の音楽的好みから変更を加えることもあるだろうし、元の楽譜が作成された時とは異なった記譜法で楽譜を作成することもあるだろう。こういった変化は歴史的あるいは地理的な影響の結果といえる。構築するシステムは、楽譜から読みとれる微妙なデータをすべて余すところ無く記録できるものでなければならない。

第二の問いは、具体的には、解析の結果明らかとなった各異形間の関係を計算機ディスプレイ上にどのように表示すべきかという問題である。計算によって割り出した異形間の関係をわかりやすく表示できれば、もとの解析方法の良し悪しを直ちに判断できる。手稿譜の分析は、着目すべき特徴集合を試行錯誤を繰り返して探索的に決めていく必要があるので、視覚的にわかりやすく結果を表示することが重要である。

第三の問いはデータと解析結果の共有に関する問題である。我々のプロジェクトは本データベース WTC2 をいくつかの解析ツールと一緒に公開する予定である。将来は、提供された解析ツールを使って複数の研究者が同時に異なった視点で平均律クラヴィーア曲集第二巻の手稿譜を研究していくことになるだろう。そのような状況では、研究者が相互に解析結果を交換して検討することが有益である。解析結果の比較を通して、新たな解析手法や解析結果の表示方法が見つかるかもしれない。

本論では、第三の問いに焦点を当て、WTC2 の膨大なデータをいかに研究者間で共有するかという点について論じる。近年、あらゆる学問分野でインターネットを使ったデータ共有に関心が寄せられており、音楽学も例外ではない。各地に分散した研究者が相互に協力しながら研究を進めて行くにはインターネットの利用が不可欠である。我々はインターネットを使って WTC2 のデータを共有するシステムを開発した。本論では、開発したシステムの概要を報告する。

インターネット上でデータを公開するためには、まずデータ構造を決めなければならない。楽譜は物語など通常のテキストよりも複雑な構造をしている。テキストの構造は基本的には線型であり、始まる文字から最後の文字まで一本の線のようにつながっている。一方、楽譜は複数の線（メロディやフレーズ）が並列に走っている構造となっており、しかも各線の間には和声的な関係がある。縦横に関連がある音楽データをどのように構造化したらよいかは難しい問題である。また譜面の特定の箇所、解析によって判明した特徴や気づいた点をコメントとして付けたいという要望もある。特定の箇所が異形間でどのように表現されているのかを関連づけたいという要望もある。どのようなデータ構造であれば、これらの要求をすべて満たすことができるのかという点が重要な課題である。

本論文は次のような構成となっている。次章では WTC2 の元データについて説明する。第三章では開発したシステムを紹介し、どのように WTC2 の内容を利用者に表示するかを説明する。最後に今後の課題を検討する。

2 WTC2の情報源

WTC2の情報源は二つある。ひとつは、この論文の執筆者の一人である富田が収集した、平均律第二巻の手稿譜に関するデータである。Web版のWTC2と区別するため、以下では富田が作成したオリジナルのデータベースを「富田による注釈」と呼ぶことにする。紙面の制約から、ここでは「富田による注釈」の詳細は割愛する。詳しい内容については1995年に出版された富田の著書を参照していただきたい。¹ もう一つの情報源は、「ロンドン自筆譜」²と呼ばれている楽譜である。この楽譜には平均律第二巻の大部分の曲が含まれており、バッハ自身とバッハの二人目の妻であるアンナ・マグダレナの手により作成された。この楽譜の詳細も割愛する。WTC2は「富田による注釈」と「ロンドン自筆譜」のそれぞれをデータベース化して利用している。以下では紙面の制約から「富田による注釈」についてのみ説明する。

「富田による注釈」は、世界各地に散在する多数の平均律第二巻の手稿譜を富田が分析し、重要な箇所についてその特徴を調べ、記録したものである。収集されたデータはWINGZと呼ばれるスプレッドシート・ソフトウェアに格納されている。³ 集められたデータは特に定まったシンタックスを定めずに格納されている。楽譜を分析する過程では後から修正が入ったり、曖昧性が含まれるためである。データを見やすくするために、音楽記号を使っている。⁴ しかし、スプレッドシートに入ったままでは解析プログラムでデータ処理できない。またWebでの公開も不可能である。したがって、まずデータを標準的なデータ形式に変換しなければならない。データベース化する際には、リレーショナル・データベースやオブジェクト指向データベース、演繹データベースなど、様々なデータベースがある中でどれを選択すべきかが問題となる。

結論からいえば、我々はリレーショナル・データベースを採用した。図1はスプレッドシートで表示された「富田による注釈」の一部である(Prelude No. 1 in C major, BWV 870/1)。テーブルは8行目までの上部と、10行目以下の下部に分かれており、上部は分析対象となる特定の箇所について、詳細な情報を与えている。下部では各異形ごとにその箇所がどのように記述している。たとえば、図1中、第8列は曲のタイトルがそれぞれの異形ごとにどのように付けられているかを示している。

「富田による注釈」の特色として、上部の要素が複合的であることが挙げられる。楽譜上で重要と考えられる箇所を、以下の6つの要素で特徴づけている：

1. **S/N** はシリアルナンバーであり、分析対象となる各箇所に順番に付けられる。
2. **Bar** は分析対象となる要素がどの小節にあるかを示す。
3. **V, bt/pos** はそれぞれ Voice (声部) と Beat (拍) および Position (位置) の略であり、分析対象となる要素のより詳細な位置情報を与える。
4. **Element** は分析対象となる要素のカテゴリを定義する。
5. **Spec. Loc** は分析対象となる要素を図式的に示す。
6. **Classified** は分析対象となる要素が如何なる点で重要と考えられるかを示している。

「富田による注釈」の構造はリレーショナル・データベースとよく似ている。唯一の違いは、インデックスが複合的である点である。そこで我々は、スプレッドシートの上部に表示されているデータをメタデータ、下部をデータと見なし、それぞれを別のテーブルとした。リスト1はテーブル下部に表示されているデータをリレーショナル・データベースのテーブルとして表現した例である

¹J. S. Bach's 'Das Wohltemperierte Clavier II' A Critical Commentary. Volume II: All the Extant Manuscripts (Leeds: Household World, 1995) xxx+1001p. ISBN 0-9521516-7-7

²The British Library, London: Additional MS 35021

³WINGZについては<http://www.wingz-us.com/wingz/index.html>を参照のこと。また富田がWINGZをどのように利用したかについては、富田による次の論文を参照のこと。'The Spreadsheet in Musicology: An efficient working environment for statistical analysis in text critical study', *Musicus* iii (1993), pp. 31-37. ISSN 0958-0999

⁴この作業のために富田は独自に 'Bach' というフォントを作成した。詳細は次のHPを参照のこと。<http://www.music.qub.ac.uk/tomita/bach-mf.html>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1/2										
3	Bar										
4	Vibraphone										
5	Element			Entry	Title						
6	Spec Loc			Data							
7	Classified										
8	applMSS										
10	210(s)										
11	A										
12											
13	E. fig										
14	pitch										
15	P 804				25-Jul-90	Prelude					
16	Scheibn.4				24-Apr-91	Prelude					
17	P 1089				25-Jul-90	Prelude composed par J. S. Bach					
18	P 561				12-Jun-91	Prelude J. S. Bach					
19	Mem-Pre.8				24-Apr-91	II. Praeludium con Fuga. ex. C dur di J. Bach					
20	N.10490				25-Jul-90	Praeludio con Fuga					
21	L. var										
22	pitch										
23	Add.35021				11/11/92	Prelude et Fuge /i {par} J. S. Bach; ovr on "di"					
24	Furstenau				13-May-90						
25	Go.S.312				25-Apr-91	Praeludium 1. di J. S. Bach					
26	P 210				25-Apr-91	Praeludium. 1.					
27	DD 70				25-Apr-91	Praeludio di Bach					

Figure 1: WINGZ で表示した「富田による注釈」の一部

(曲タイトルに関する部分)。左 2 列は特定の手稿譜を ID (MsID) と名称 (Mss) で定義している。第 3 列の SN は分析箇所シリアルナンバーである。第 4 列の Content は該当する手稿譜のその箇所に関するデータを格納している。

リスト 1: データを記述しているテーブルの例 (各異形の曲タイトル)

MsID	Mss	SN	Content
5	P 804	1	Prælude.
6	Scheibn.4	1	Prælude.
7	P 1089	1	Prelude composeè par J. S. Bach
8	P 561	1	Prelude J. S. Bach.
9	Mem-Pre.8	1	II). Praeludium con Fuga. ex. C dur di J. Bach.
10	N.10490	1	Præludio con Fuga.
13	Add.35021	1	Prælude et Fuge /i {par} J. S. Bach; ovr on ''di''
15	Go.S.312	1	Præludium 1. di J. S. Bach
16	P 210	1	Præludium. 1.
72	DD 70	1	Praeludio di Bach

リスト 2 はメタデータを記述しているテーブルの例である。第 1 列の SN は分析箇所シリアルナンバーである。他の列はスプレッドシートに表示されていたのと同じデータを格納している。メタデータとデータを格納する二種類のテーブルは SN の値を参照することで関連づけられる。

リスト 2: メタデータを記述しているテーブルの例

SN	Bar	VbtPos	Element	SpecLoc	Classified
1			Title		a,d
2	1		t-s		a,d
3	1	R.H.	Clef		a,d
4	1-3	T(B)	tie(pitch)	¬_ ¬_ ± [c]	M-e
5	1-3	B	voice	¬_ ¬_ ± [C]	M-a,e

3 WTC2 注釈サーバー

WTC2 注釈サーバーは、「富田による注釈」と「ロンドン自筆譜」の両者について、それらの内容をインターネットを介して公開するものであり、利用者はブラウザを使ってそれぞれのデータベースを検索することができる。実現方法としては、ブラウザからのリクエスト受付とブラウザへの表示についてはサプレットを使い、データベース・マネジメント・システムは MySQL を使っている。MySQL とサプレットは JDBC で接続している。以下では紙面の制約から「富田による注釈」の検索機能についてのみ説明する。

図 2 は「富田による注釈」の検索インタフェースである。利用者は以下の項目を指定して検索できる：

- Title: 平均律第二巻に含まれる特定の曲名 (Prelude No. 1 in C major など)
- Bar: 対象となる小節の指定 (範囲を指定できる)
- Voice: 声部 (ソプラノ、アルト、テノール、バス)
- Musical: 音楽的観点から興味深い箇所。以下の項目に分かれている。⁵
 - (a) バッハ自身による別ヴァージョン
 - (b) バッハ自身による手直しが入った箇所
 - (c) バッハが (意図的ではなく) 曖昧な書き方をしている箇所
 - (d) バッハ以外の者が意図的に変更した箇所
 - (e) 楽譜作成者の誤り (バッハが書いた楽譜に曖昧性があるケース)
 - (f) 楽譜作成者の誤り (バッハが書いた楽譜には曖昧性がないケース)
- Notational: 記譜上、興味深い箇所。上記の Musical と同様に (a) から (f) までの 6 つの項目に分かれている。

以上のオプションを使って、利用者は興味のある箇所に絞り込んで各異形間の差異 (共通点) を閲覧できる。たとえば「Prelude No. 1 in C major の第 1 小節から第 5 小節にかけて、バッハが自分自身で変更を加えた箇所」を拾い出すことができる。ブラウザにはスプレッドシートで表示した場合 (図 1) と同じように検索結果が表示される。

⁵ これらの分類は富田が手作業で行っている。恣意的な分類を防ぐには分類作業自体をアルゴリズム化する必要があるが、今のところ自動化は難しい。

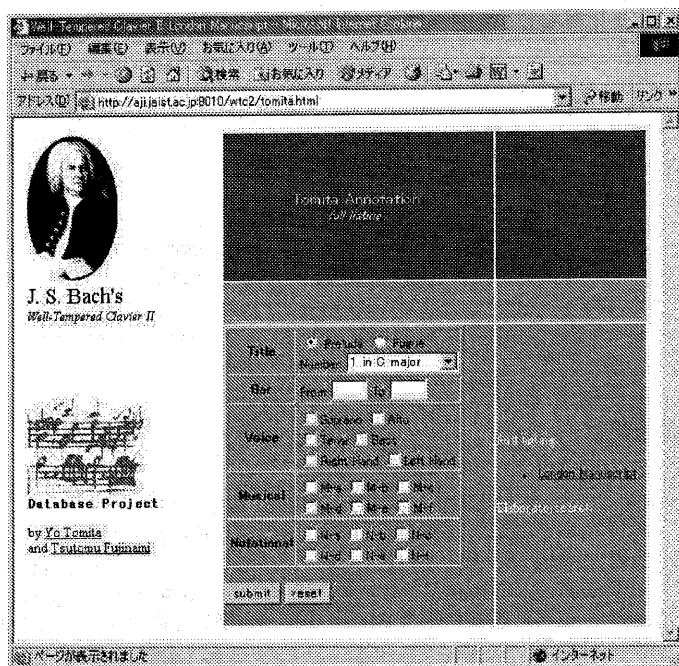


Figure 2: 「富田による注釈」の検索インターフェース

4 まとめと今後の課題

これまでのところ、我々は WTC2 注釈サーバーを開発し、「富田の注釈」と「ロンドン自筆譜」に関するデータをインターネット上で公開できるようにした。「富田の注釈」は本の出版以来、新たな手稿譜に関するデータを加えてさらに増大しており、また今後とも成長していくことが見込まれている。平均律第二巻の様々な手稿譜の最新データを世界中に散在する研究者が利用できるようになれば、平均律第二巻に関する研究も大きく進展するであろう。⁶

WTC2 を開発した結果、研究者がデータを共有することはできるようになったが、これはまだ我々の目標の第一段階であり、さらに次のステップを目指さなければならない。今後取り組むべき問題としては以下のものが挙げられる：

- 楽譜データの視覚化：テーブルのままでは「富田の注釈」に含まれているデータがどのようなコンテキストで出現しているものかわかりにくい。「ロンドン自筆譜」のデータベース化はコンテキストの提供を念頭に行ったものであり、最終的には楽譜が画面に表示され、各異形の特徴的なデータがその上に重ねて表示される予定である。
- 統計的解析ツール：「富田の注釈」と「ロンドン自筆譜」に含まれているデータを組み合わせる様々な統計的解析をするツールが必要である。
- 論理的解析ツール：統計的（量的）解析だけではなく、曲の構造など質的な解析を支援するツールが必要である。

これらの目標についてはまだ準備を始めたばかりの状況である。論理的分析のためにはシンタックスを決めてデータを入れ直す必要がある。論理型言語 prolog を使ってデータを整理していく予定であるが、知識表現などこれから研究していくべき事柄は多い。

⁶2002 年 9 月 28 日現在、公開開始日は未定。