

## 点字楽譜の曖昧性と XML 表現

阿部 亮介 後藤 敏行 田村 直良

横浜国立大学 環境情報学府/研究院

点字楽譜は、視覚障害者が楽譜を理解するために考案された記譜法である。近年、計算機の普及に伴い視覚障害者が従来以上に音楽に親しむ環境が整備されたことから、本格的な音楽知識獲得のために点字楽譜を学ぶ機会と人口は増加している。我々はこれまで、五線譜を点字楽譜に変換する自動点訳システムと、点字楽譜を解析し五線譜に変換する校正支援システムを構築し、特に校正支援システムにおいては、点字楽譜特有の曖昧性を解決し一意に特定の音楽記号として出力することは困難であることを確認した。また、現在点字楽譜の統合的なデータベースの構築が進められているが、印刷のためのデータ形式である既存の点字楽譜データフォーマットでは、蓄積や検索、再利用などの面で制限が多く、より柔軟に保存できる保存形式が必要であると考えられる。本稿では、従来の研究より得られた点字楽譜特有の曖昧性について議論し、次に点字楽譜の保存に適した XML による表現を提案する。最後に、既存の楽譜保存形式との比較を行い、曖昧性への対応について議論する。

## Ambiguity of Braille Music and XML Expression

Ryosuke ABE Toshiyuki GOTO and Naoyoshi TAMURA

Graduate School of Environment and Information Sciences Yokohama National University

Braille music (Braille Musical Notation) is a musical notation designed so that a visually handicapped person may understand music. Recently, it is expected to increase the opportunity in which braille music is used as so that a visually handicapped person may learn music in earnest from the environment where a visually handicapped person was familiar with music beyond before having been prepared caused by the diffusion of the computer. By the usual research, we have built an automatic transcription system which can change 5-line music into braille music and the proofreading support system which can analyzed braille music and produce 5-line music. However, as for the proofreading support system, it was difficult to solve ambiguity of braille music and output it as a music sign in one meaning. And, though it proceeds with building of the integrative database of braille music at present, we think that the preservation form which can be preserved more flexibly is necessary, because an existent braille music data format is for the printing, and there are many limitations by accumulation, reference, reuse, and so on. In this paper, we discuss the ambiguity which is characteristic of the braille music which could get it more than usual research. Next, we propose an expression by the XML which is suitable for the preservation of braille music, and we compare it with an existent music preservation form, and discuss correspondence to the ambiguity.

### 1. まえがき

本稿では、視覚障害者が楽譜を理解するために利用されている点字楽譜について、計算機による処理を行う際に問題となる曖昧性と、点字楽譜の蓄積をより効果

的に行うための保存書式の提案、及び既存の音楽保存書式との比較について議論する。

点字楽譜<sup>[1]</sup>は、6点の点字によって音楽情報を表現する楽譜の表記法である。現在、紙に印刷された五線

譜(区別のためこれを墨字楽譜と呼ぶ)を点字楽譜に点訳する作業は、主にボランティア団体による手作業によって行われている。

原則として1文字の仮名を1文字の点字として表現する文章点訳と異なり、図形的な配置によって記述された墨字楽譜の様々な音楽記号について、点字楽譜はそのすべてを直線的な点字列として表現することから、6個の点の組み合わせだけでなく数文字の点字の組み合わせを用いる。点字楽譜は曖昧性、多義性を多く含んでおり、点字によって表現される文書の中でも最も複雑な体系を持つ表現のひとつである。

点字楽譜の計算機処理に関する研究は、墨字楽譜を点訳する自動点訳システム<sup>[2][3][4][5]</sup>と、点字楽譜を解析し墨字楽譜として表現する校正支援システム<sup>[6][7]</sup>が主なものである。我々の先行研究においては、自動点訳システムでは墨字楽譜を MusicXML<sup>[8]</sup>として表現した後に XML 変換を行うことで楽譜点訳を行うシステムを構築した<sup>[3]</sup>。また、校正支援システムでは点字楽譜が文脈自由文法によって書かれる特徴に着目し、点字楽譜の曖昧性に対応できる自然言語処理の技術を導入した解析エンジンを構築した<sup>[7]</sup>。

自動点訳システムにおける主な問題点は、点字楽譜の構造的な特徴を考慮した変換アルゴリズムの構築であり、MusicXML を入力とすることから曖昧性や多義性に関する議論は不要であった。しかし、校正支援システムでは曖昧性を考慮した解析エンジンを構築したものの、機械処理では個々の音楽記号レベルでの曖昧性を一意に同定することが難しく、MusicXML での出力には課題を残した。

また、現在点字楽譜を統合的に管理するデータベースの構築が進められている<sup>[9]</sup>が、現在の点字楽譜の保存フォーマットは、点字プリンタ等で印刷することを前提としたものであり、今後求められるであろう楽譜の検索、再利用などの面では制限が多い。しかし、既に膨大な量となっている点字楽譜データを曖昧性なく既存の音楽記述形式で書き直すことは困難であり、点訳者の意図した表現が損なわれてしまう問題があることから、これらの問題に対処し、かつ点字楽譜を効率的に保存できる新たなフォーマットを提案することが最善と考えられる。

本稿では、従来の研究より得られた点字楽譜特有の曖昧性について議論し、次に点字楽譜の保存に適した XML 表現を提案する。最後に、既存の楽譜保存形式との比較を行い、曖昧性への対応について議論する。

## 2. 点字楽譜

点字楽譜は、墨字楽譜における要素の関係を視覚障害者が理解できるよう、点字に翻訳した記譜法である。本節ではその特徴について述べる。

### 2.1 点字楽譜の歴史

点字楽譜は、現在広く普及している6点文章点字を考案したフランスの音楽教師ルイ・ブライユにより、文章点字とほぼ同時の1928年に体系化され、1956年に国際規格となった<sup>[10]</sup>。日本では、1984年(昭和59年)に当時の文部省によって日本語による手引き<sup>[11]</sup>が発行されたことにより、視覚障害者へ楽譜の点字によるアプローチがはかられた。

### 2.2 点字楽譜の特徴

点字楽譜の例を図1に示す。墨字楽譜は、音の高低や長さを音符の上下や形によって図形のように表すが、点字楽譜では、これを6点からなる点字を左から右へと文章のように表す。



図1 点字楽譜の例

点字楽譜における音符記号の表現例を図2に示す。音符記号は、原則として音の高さを上4点、音の長さを下2点で表す。下2点で全音符から64分音符までの7種類の音価を表現させるため、「全音符と16分音符」、「2分音符と32分音符」、「4分音符と64分音符」はそれぞれ同じ2点で表現されており、小節の拍数と小節内の音符の構成から読み手に解釈させている。



図2 音符記号の表現例

音程の変化は点字楽譜特有の表現方法をもつ。点字楽譜においては、現在の音に対し次の音が高音方向に5度、低音方向に3度の範囲内であれば、オクターブの変化を省略することが出来る。

また、墨字楽譜では五線や音符記号の上または下に書かれるピアノ、フォルテ、クレシェンド、フェルマータといった記号は、点字楽譜では音符や休符を表す点字の間に書く。また、和音も、分散和音のように和音の最低音(または最高音)の次に音の高さを示す記号を並べて書き表す。装飾記号の表現例を図3に示す。

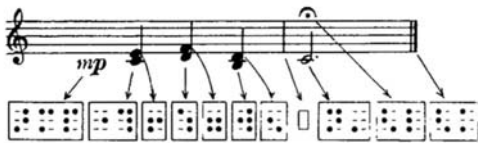


図3 装飾記号の表現例

### 3. 点訳作業の自動化と曖昧性

これまでの点字楽譜に関する研究は、墨字楽譜と点字楽譜を相互に変換するための自動点訳システムと校正支援システムの構築が主であった。本節ではそれらの研究の概要と、問題となっている点字楽譜の曖昧性について述べる。

#### 3.1 自動点訳システム

自動点訳システム<sup>[3]</sup>は、市販の墨字楽譜をスキャナで読み取り MusicXML としてのデータを印刷可能な点字楽譜データに変換させるシステムである。なお、墨字楽譜のスキャンと MusicXML の生成は市販のソフトウェア<sup>[11]</sup>を利用する。XSLT と DOM を用いた XML 変換エンジンを Web アプリケーションとして構築し、現在限定ながらも公開して試験を行っている<sup>[12]</sup>(図4)。

#### 3.2 校正支援システム

校正支援システム<sup>[7]</sup>は、点字楽譜データを解析し MusicXML として表現させるシステムである。手作業による楽譜点訳のうち最も煩雑な校正作業を支援する他、視覚障害者が作曲した点字楽譜を墨字楽譜で出版するための支援としての利用が期待される。解析エンジンには点字楽譜の曖昧性に対応できるチャートパーザを用い、複雑な表現にも比較的柔軟に対応できる(図5)。

#### 3.3 点字楽譜の曖昧性

点字楽譜における曖昧性は、類型化できるものとして以下の2種類を確認しており、本研究ではこれ以外を例外として扱っている。



図4 自動点訳システム

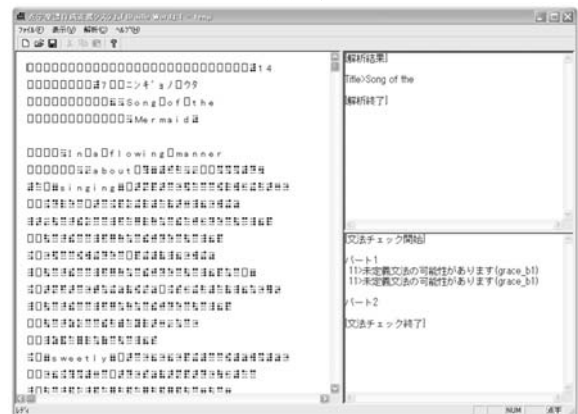
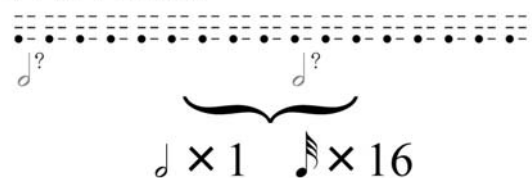


図5 校正支援システム

#### 3.3.1 音価の判定

点字楽譜における楽譜記号では音の長さが下の2点で7種類を表すことから、個々の楽譜が長い音をとるか短い音をとるかの判断は読み手の解釈に委ねられる。しかし、図6のように「2部音符1個と32部音符16個」や「4部音符2個と64部音符16個」のような組み合わせの場合、長い音価を持つ音符の候補が複数出現するため、組み合わせによる計算のみでは解決が不可能である。この場合、読み手はこれまでの楽曲の流れや別パートの構成実際の演奏をもとに判断を行う。

#### 4/4 拍子の場合



どの♪が2部音符か分からない

図6 音価の判定における曖昧性の例

### 3.3.2 内分け表現(副声部)の構造把握

点字楽譜において、副声部が小節全体に存在する場合を部分け、小節の一部に存在する場合を内分けと呼ぶが、小節内の声部を部分け記号「:::」で分割する部分けと異なり、内分けの場合は小節内の特定の音符あるいはフレーズ単位を小節線あるいは区切り記号「:::」で分割し、内分け記号「:::」によって同時に発生させることを示している(図 7)。この場合、内分け構造が複雑になるほど、小節内の構成を得ることは困難になる。これは特に手作業での読み取りの際に問題となるが、前述の音価の判定が自動化された場合は計算によって解決できる問題とも言える。

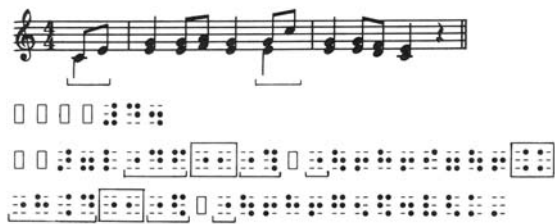


図 7 簡単な内分け表現の例

## 4. 点字楽譜の保存書式における問題点

楽譜の点訳作業は文章点訳と同じ環境で行われてきたことから、その保存には文章と同様の印刷向けの書式が採用されてきた。本節では、点字楽譜の保存書式における問題点について述べる。

### 4.1 点字楽譜データベース機関の発足

平成 17 年、これまで点訳ボランティアが個別で管理していた点字楽譜データを集約し、点字楽譜を利用する視覚障害者がより多くの楽譜の供給を受けることを可能とするために、「点字楽譜利用連絡会」が国立国会図書館内を事務局として発足した。国内に十数から数十あると言われる楽譜点訳ボランティアの所蔵楽譜数は、1 団体あたり数百から数千曲規模であり、重複を除いてもなお、膨大な電子化された楽譜資料の集積としても期待されている。

### 4.2 点字楽譜データの問題点

現在の点字楽譜は、そのまま点字プリンタで印刷することを目的としたデータ構造、すなわち墨字におけるテキスト形式に相当するフォーマットを採用している。これは点字エディタで文章点字を保存する際のフォーマットで、点字楽譜のために考案されているものではない。これは前述の点字楽譜データベースにおいても例外では

なく、現状ではこのフォーマット以外での保存は想定されていない。しかし、印刷を前提としたデータでの保存に関しては、以下のような点が問題となっている。

- 楽譜の構成を残した上でのピンディスプレイや Web といった紙媒体以外での表示形式への対応が困難。
- 単旋律化やパート譜化といった楽譜の編集の際には、新たに楽譜を作り直す必要がある。
- 音楽的意味の情報を抽出するためには、その都度点字楽譜の解析エンジンに処理させる必要があり、タイトルや作曲者といった基本的な情報以外でのインデックス化が困難である。

## 4.3 MusicXML の問題点

MusicXML は、音楽を構造化しデータベースとして活用する点においても優れた特徴を持っているが、点字楽譜を解析し MusicXML として保存する方法にも以下のような問題がある。

- 現状では点字楽譜の解析において音価の判定が困難であることから、MusicXML としても矛盾なく楽譜を再現できる可能性が低い。
- 晴眼者が楽譜を出版社によって選ぶことと同様に、点字楽譜の利用者は同一の原楽譜からであっても、「自分が読みやすい」点字表現をしている点訳者を選んでいく場合が多く、MusicXML に変換した場合にはそれら点訳者の個性を失ってしまう可能性がある。
- 点字楽譜は、表現上の制約によりすべての音楽表現を定義することができない。定義されない音楽表現は、点訳者が独自の解釈で別の表現に置き換えたり、注釈をつける形で対応している。これらは構文解析で対応できない場合があることから、MusicXML で保存した場合には点訳者の意図が失われてしまう可能性がある。

## 5. 点字楽譜のための XML 書式の提案

点字楽譜の保存方式を従来の印刷形式によるフォーマットから、再利用を容易にすることを主眼としたフォーマットに置き換えることは、大規模にデータベース化された点字楽譜利用環境の構築の上では重要であると考えられる。本節では、点字楽譜の保存のための新たな XML フォーマットである BNML(Braille-Note Markup Language)を提案する。

## 5.1 概要

BNML の構築には、以下の点を基本的な思想とする。

- これまで印刷のための書式となっていたものをメタ言語化することにより、情報付加などの利便性や編集など再利用性の向上を図る。
- 点訳者の意図による点字表現をできるだけ保存するため、点字表現を残した上で全体を構造化する。
- 曖昧性、多義性を含んだ点字楽譜由来の表現を許容し、必要に応じて情報を付加することができる。
- 点字 1 文字あたりの情報量を増やすことにより、校正作業時の可読性の向上や 8 点ピンディスプレイなどを用いた強調表示などに利用できる。

## 5.2 システムの構築

### 5.2.1 自動点訳システムからのアプローチ

自動点訳システムのデータ処理を図 8 に示す。このシステムでは、MusicXML から直接 XSLT と DOM を用いて点字楽譜に変換しているが、これを BNML への変換に改める。BNML から印刷用点字楽譜への出力は容易である。



図 8 自動点訳システムのデータ処理

### 5.2.2 校正支援システムからのアプローチ

校正支援システムのデータ処理を図 9 に示す。現在

は点字楽譜の解析結果は内部表現である木構造として表現しているが、これを発展させ BNML として再構成する。



図 9 校正支援システムのデータ処理

### 5.2.3 システムの一体化

自動点訳ならびに校正支援システムのデータを統一できることから、システムを一体的に表現することが可能となる。これを図 10 に示す。

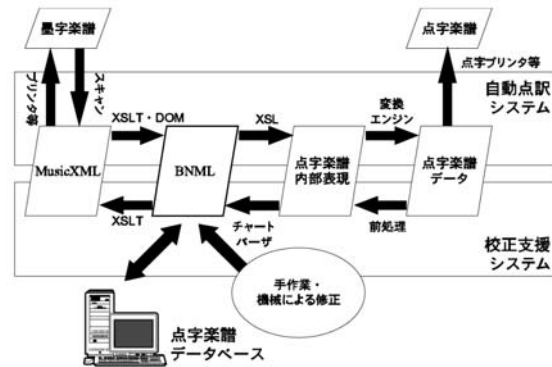


図 10 一体化された点字楽譜処理システム

### 5.2.4 DTD の設定

BNML における DTD(文書型定義)の基本構造を図 11 に示す。

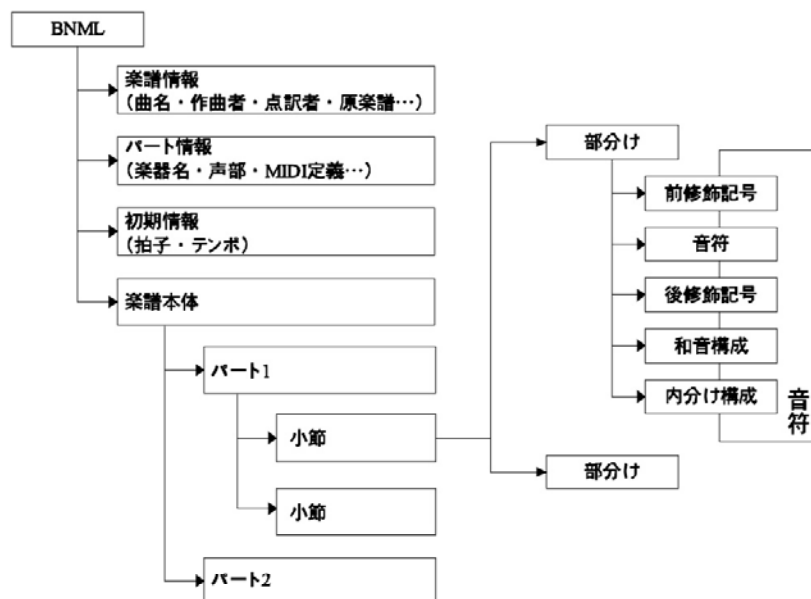


図 11 点字楽譜 XML の DTD

### 5.3 既存の保存方法との比較

既存の保存フォーマットとの比較を表1に示す。

表1 保存フォーマットによる比較

	曖昧性	点訳者の意図	編集	再構成
BNML	包含を許容	多くを包含	容易	容易
MusicXML	厳格に拒絶	無し	容易	容易
印刷用書式	包含	包含	困難	困難

#### 5.3.1 BNMLの構造

楽曲全体の構造は MusicXML に準ずるが、小節以下の部分では構造が大きく異なる。点字楽譜では要素の順序が利用者にとっての「読みやすさ」となることから、点字の順序を最優先に構成する。

#### 5.3.2 曖昧性への対応

点字楽譜の解析結果から生成された点字楽譜 XML は、先述の曖昧性を残したまま表現される。しかし、点字の順序を最優先にする構造をとることから、点字楽譜 XML 上で曖昧性を残した状態でも、点字楽譜に変換した場合の不都合はない。また、曖昧性を解消するために手作業あるいは機械によって情報を追加できる構造を持つことができる。

### 5.4 点字楽譜 XML を活用した諸研究への発展

#### 5.4.1 音価判定プロセスの自動化

点字楽譜解析において頻度の高い問題である音価の判定は、現状では手作業による解析に頼らざるを得ない。この新しいデータは、計算機への取り込みが容易であることから、音価判定プロセスを外部モジュールとし、自動化によって情報量を増やし、曖昧性の解消をはかることが期待できる。

#### 5.4.2 楽譜データベースとしての活用

現在の点字楽譜データベースでは、「曲名」「作曲者」などの基本的な情報でしか検索を行うことができない。しかし、点字楽譜記号に該当する文字ごとに意味が付けられた楽譜データの場合は、曲の複雑さなどを尺度とした新しい検索の方法が考えられる。また、数万曲とも言われるデータを横断的に解析する音楽学としての研究も期待できる。

## 6. むすび

本稿では、点字楽譜の計算機処理における曖昧性の問題に対して、2種類の類型化された例について議論し

た。次に、MusicXML では保存が難しい点訳者の意図が含まれた点字楽譜表現について、蓄積や検索、再利用などを容易にする次代のフォーマットとして点字楽譜の XML 表現である BNML を提案した。

今後は、BNML 書式の点字楽譜を生成するために既存のシステムを改修し、点字楽譜の曖昧性に対する問題をこの書式の上で処理する知識システムの構築と、データベースを利用した横断的な検索や分析への応用を目指す。

## 文 献

- [1] 文部省, 点字楽譜の手引き, 点字情報技術センター, 東京, 1984.
- [2] Didier Langolff, Nadine Jessel, and Danny Levy, "MFB (Music For the Blind): a software able to transcribe and create musical scores into Braille and to be used by blind persons," 6th ERCIM Workshop "User Interfaces for All" Short Paper, pp.198-194, Florence, ITALY, Oct. 2000.
- [3] 後藤大輔, 田村直良, 後藤敏行, 飯田浩平, 倉林有, "楽譜記述言語 MusicXML から点字楽譜を生成する自動翻訳システム," 信学技報, WIT2005-48, Vol.105, No.373, pp.13-18, October 2005.
- [4] Dancing Dots, "GOODFEEL 3," in <http://www.dancingdots.com/goodfeel.htm>, 2002.
- [5] Deutsche Zentralbücherei für Blinde, "DaCapo," in <http://www.dzb.de/dacapo/index.html>, 2006.
- [6] 森野比佐夫, 後藤敏行, 田村直良, "文脈自由文法に基づく点字楽譜の自動解析の検討," 信学論 (D-I), vol.J85-D-I, No.5, pp.402-410, May 2002.
- [7] 阿部亮介, 韓東星, 後藤敏行, 田村直良, "手作業による楽譜点訳の検証を支援するための点字楽譜自動解析システム," 情報処理学会研究報告, 2004-MUS-57-4, Vol.2004, No.111, pp.17-22, November 2004.
- [8] Recordare, "MusicXML Definition," in <http://www.musicxml.org>, Recordare LLC., USA, 2002.
- [9] "点字楽譜 初のデータベース機関発足へ," 毎日新聞社, 東京, April 21st 2005.
- [10] 鎌田元芳, 点字, KMT 式点訳技法の普及と奉仕の会, 東京, 1980
- [11] "スコアメーカー 4.0," 河合楽器製作所, 2004.
- [12] 横浜国立大学環境情報研究院, "楽譜点訳システム," in [http://gotoh-lab.jks.ynu.ac.jp/braille\\_music\\_score/](http://gotoh-lab.jks.ynu.ac.jp/braille_music_score/), 2005.