

デジタルスコアによる楽曲学習支援インタフェース

渡邊 ふみ子[†], 藤代 一成[†] 平賀 瑠美^{††}

我々は、楽曲学習を支援するためのシステム BRASS (BR^ow^osing and A^dministration of S^ound S^ources)を開発してきた。本論文では、その BRASS 向けに、複数パートが含まれているスコアを効率良くブラウジングできるインタフェースを提案する。コンピュータ上のスコアであるデジタルスコアは、楽譜情報を対話的に操作できるという利点がある。しかし、既存のソフトウェア上では、現在注目している部分の楽譜情報しか表示できず、全体を把握するのが困難である。これでは、印刷された楽譜と同様であり、デジタルスコア本来の利点を生かしきれていない。楽曲全体を把握することは、楽曲学習において重要な役割を演じる。そこで、スコアの効果的な表示を実現するために、まずスコア概念モデリングを試みる。その概念モデルに基づいてデジタルスコアの詳細度制御を行い、スコア全体をシングルウィンドウ内に表示することによって、ユーザの楽曲学習を支援する。提案インタフェースのプロトタイプの評価についても報告する。

A Digital Score Interface for Assisting Music Learning

FUMIKO WATANABE,[†] ISSEI FUJISHIRO[†] and RUMI HIRAGA^{††}

We have developed a system, called BRASS (BR^ow^osing and A^dministration of S^ound S^ources), which provides an interactive digital score interface for assisting the users to browse and explore the global structure of music in a flexible manner. When making cooperative performances, it is important to learn the global structures to deepen understanding of the piece. The score visualization of our interface can show the entire piece in a single computer window, however long the piece and no matter how many parts it includes. The users can insert comments and links on the score to note down their own knowledge. A particular focus is placed on the conceptual design of spatial substrate and properties of digital scores and related level-of-detail control operations. A user evaluation of a prototype of the interface is also included.

1. はじめに

音楽の録音や楽譜は、量が増えるにつれて効率良く管理することが困難になる。また、楽譜には複数の表現法が存在することから、楽曲を学習するうえで大きな障壁になっている。このような背景から、我々は大量の音楽データを効率良く管理し、選ばれたデータに対し用途に適した楽譜表示ができるシステム BRASS (BR^ow^osing and A^dministration of S^ound S^ources)を開発してきた。BRASSはその目的から、主に演奏者や指揮者を対象としたシステムである。これまで、

楽曲学習を支援するような楽譜表示機能に焦点をあてて研究を進めてきた^{7),18),24),25)}。

手書きで文章を作成する場合と比べ、テキストエディタは、編集作業を容易にしている。楽譜に関しても同じように、コンピュータを使うことによって多くの効果が期待できる。このように、コンピュータ上で対話的に操作できる楽譜を、デジタルスコア (digital score) とよぶことにする。デジタルスコアによって、楽譜を自在に編集し、自由に組み合わせることができ、現在この利点を生かしたさまざまな楽譜エディタが開発されている¹⁹⁾。

そこで、代表的な楽譜エディタの1つである Finale 2001 日本語版を素材として用いて、デジタルスコアの要求解析を行った。その結果、編集ソフトウェアの範囲では、楽譜全体を効果的にブラウジングできないという問題が見つかった。実際 Finale では、長い

[†] お茶の水女子大学大学院人間文化研究科
Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu University

^{††} 文教大学情報学部
Faculty of Information and Communications, Bunkyo University
現在、凸版印刷株式会社
Presently with Toppan Printing Co., Ltd.

Finale は Coda Music Technology, Inc. の登録商標である。

曲の中から注目したい場所を探し出す場合、小節番号を数値で入力するか、スクロールバーを移動させる方法しかない。一方、印刷されたスコアを考えてみても、全体から試行錯誤的に目的のページを探し出すしかない。どちらの場合もたいへん非効率的である。

また、フルオーケストラのスコアにはたくさんのパートがある。ディスプレイ上にすべてのパートを表示させようとする、楽譜上の記号がとて小さくなってしまい、パート数が多いほど楽譜が読みにくくなってしまふ。しかし、読める程度の大きさに拡大して表示すると、すべてのパートを一度に把握できなくなってしまう。

もしスコア全体を効果的にブラウジングできれば、注目したい場所を容易に探し出せるうえ、曲全体も把握しやすくなると考えられる。これは、楽譜の編集だけでなく、楽曲学習においても重要な役割を演じる。そこで本論文では、詳細度制御によりスコア全体の効果的な表示を実現し、スコアリーディングを支援することを目的とする。表示には、情報可視化において多用されているフォーカス+コンテキスト表示を適用する。

本システムの実現によって、ある楽曲について理解しようとしている演奏者や指揮者が、曲について全体的な概要を把握することを支援できる。そのため、たとえば、新しく演奏することが決まった曲をまず初めに勉強するときに本システムを使うと、楽譜の全体を表示しながら注目部分を見ることができ、全体の概要をつかむのに役立つと考えられる。また、ある程度理解している曲の中から、学習したい場所を探し出したときに本システムを使うと、位置情報や、楽譜情報の可視化表示から、注目部分を探し出すのが容易になると考えられる。

次章では、本研究の関連研究について述べる。3章では、スコア概念モデリングを行い、4章ではそのモデルに基づいたスコアの詳細度制御法と周辺機能を提案する。5章でシステムを評価し、最後に6章で本論文をまとめる。

2. 関連研究

BRASSの関連研究について、音楽可視化、情報可視化の両分野から紹介する。

2.1 音楽可視化

古くから音楽は視覚的表現と結び付けられてきた。オペラ、バレエ、ミュージカル、ファンタジアのような映画などが例としてあげられる。しかし、それらは芸術的な意味で聴覚に視覚を結び付けたものであり、

音楽の内容を理解させるためのものではない。芸術的な意味ではなく、コンピュータグラフィックス(CG)を使って音楽の理解を支援するような視覚化のことを、ここでは音楽可視化(music visualization)と定義する。音楽可視化は、すでに研究やアプリケーションにおいて必要不可欠なものとなっているが、まだそれほど多くの研究は報告されていない。

音楽可視化の研究の1つとして、既存の楽譜の拡張があげられる。それらは、伝統的な記譜法ではすべての作曲家の意図を表現できないという制約を取り扱うためのものである。Oppenheimによって、作曲家の表現の意図を表すためのツールが提案されている¹⁴⁾。Kunzeらは、作曲支援のために、3次元空間の中にくつつかの図形を定義した⁹⁾。本研究は、作曲のための可視化ではないが、既存の楽譜の拡張であるといえる。楽曲学習支援のための既存の楽譜の拡張は、過去にはほとんど研究されていない。

また、音楽可視化の研究として、演奏の可視化に関する研究もなされている。Smithらは、MIDIパラメータ値を3次元空間にマッピングすることを提案した¹⁷⁾。Footeは、チェッカーボード型の図形を使って音楽の類似度を可視化した³⁾。Dixonらは、らせん形の図形を使って演奏のテンポと強弱を可視化した²⁾。

平賀らは、扇形の図形を使って演奏の可視化を行った²¹⁾。また平賀による最近の研究では、チャーノフの顔を使った音楽表情の可視化を提案している⁵⁾。MIDIパラメータ値を直接マッピングするのではなく、音楽の構造を考慮に入れ、可視化を行っている。

演奏可視化の目的に特化した仮想空間を提案する研究も知られている。渡辺らによって開発された tutti は、音高などの詳細情報を隠すことによって、だれでも簡単に表情付けができるような、音楽データのためのブラウジング・編集システムである²³⁾。宮崎らによるシステム comp-i では、MIDIデータを3次元仮想空間にマッピングすることにより可視化を行っている^{6),12),13)}。

本研究では、可視化の対象は演奏ではなく楽譜である。演奏者は楽譜を読むことによってさまざまな演奏を組み立てられるが、逆に演奏情報だけでは元の楽譜を正しく復元することができない。したがって、楽譜は演奏よりも抽象度の高い、演奏するための情報である。そのため楽譜の可視化は、楽曲学習という点において、演奏の可視化と密接に関係しているが、対象データの役割自体が異なっているといえる。

2.2 情報可視化

本研究は、「情報を分かりやすく表示する」という

点においても、情報可視化¹⁾の研究に位置付けることができる。中でも特に、BRASSでは楽譜のブラウジングに、空間を歪ませて注目部分を拡大表示するフォーカス+コンテキスト表示を適用している。フォーカス+コンテキストに関する代表的な研究としては、Fisheye Views¹⁶⁾、Perspective Wall¹⁰⁾、Table Lens¹⁵⁾、Lens Bar¹¹⁾などがあげられる。BRASSのスコア表示法は、フォーカス+コンテキストを適用した事例の1つであり、これらの研究の延長線上にあるといえる。

3. スコアの概念モデリング

楽譜とは、楽曲を一定の約束のもとに記号などによって書き表したものの全般をさす。楽譜は、時代や地域によってさまざまな種類がある。また、現代音楽では、演奏者が曲の意図を伝えるために独自の図形によって楽譜を書く場合もある。しかし、現在広く一般的に用いられている楽譜は、西洋音楽における五線譜であるといえる²²⁾。

本研究では、その五線譜を対象とする。中でも、アンサンブル譜など、複数パートが載っているスコアを対象とした楽曲学習支援を目的とする。

ここで、スコアの効果的な表示を実現するために、まずスコアの内容モデリングを行う。スコアは、縦方向がパートの軸、横方向が時間の軸と考えると、2次元空間であるといえる。その空間上に、意味が割り当てられた記号や標語²⁰⁾を配置していくことによって、音楽を表現している。楽譜上の記号は、その特性から、空間基盤と属性¹⁾に分類できる。

3.1 空間基盤

楽譜の記述に五線が欠かせないように、楽譜を構成するときに基礎となっている記号を空間基盤 (spatial substrate) の要素として定義する。楽譜の空間基盤は次にあげるものによって構成される：

- 音の高さを決定する記号：五線、加線、音部記号
- 拍子を決定する記号：拍子記号、小節線
- 調を決定する記号：調号として用いる変化記号
- 音を示す記号：音符、臨時記号として用いる変化記号、休符、装飾記号
- 省略するための記号：略記記号

3.2 属性

空間基盤によって、楽曲の中でどの時刻にどの音をどのくらいの長さで演奏するかが決定する。しかし、これらは音を発生するための必要最低限の記号でしかない。楽譜には空間基盤以外に、音量、速さ、曲想の指定など、楽曲の表情付けや演奏方法に関する情報も

表 1 スコア属性
Table 1 Visual properties of scores.

| (a) 分類 | | | |
|--------|----------------------------|-------------------|-------------|
| | 音符 | フレーズ | 曲 |
| 1 パート | 強さ (局所的)* 奏法 1* 奏法 2 | 強さ* 曲想 奏法 4 | 楽器指定 |
| パート全体 | 奏法 3 | 速さ* | タイトル 作曲者 |

*順序付けがあるもの

(b) 奏法記号の分類

| 奏法 | 奏法記号の例 |
|------|-------------------|
| 奏法 1 | スタッカート・マルカート・テヌート |
| 奏法 2 | グリッサンド・アルペジオ・トレモロ |
| 奏法 3 | フェルマータ |
| 奏法 4 | レガート・楽器に依存する指定 |

記述されている。それらの情報を属性 (visual properties) として定義する。ここで、空間基盤と違い、属性は付加的な情報であり、楽譜中に必ずしも存在しているとは限らないことに注意しておく。

属性は、適用される時間の範囲とパートの範囲、順序付けができるかどうかによって表 1 のように分類できる。たとえばフォルテは、強さを表す記号であり、フレーズ、1パート単位に適用される順序付けができる属性であると分類できる。

4. システムの概要

本システムでは、3章で示した概念モデルにそって詳細度制御を行い、スコア全体を効果的に表示できるデジタルスコアインタフェースを実現する。本システムは、ユーザ自身が楽曲の分析を行うときの支援が目的であるため、システム上では楽曲分析は行わず、従来の楽譜上では見ることができなかった情報を適応的に表現して、ユーザに提示する。

時間軸、パート軸それぞれの方向について、スコア表示の詳細度制御法を示す。

4.1 時間軸方向

ウィンドウの幅にスコア全体が収まるように、時間方向に圧縮した形で見せる。これにより、ユーザは曲のオーバビューを得ることができる。曲全体を概観できれば、注目したい部分を探し出すのが容易になり、楽曲全体の構造を把握するのにも役に立つ。

以下に、空間基盤を構成している楽譜上の記号を圧縮部分でどのように表示するかをあげる：

- 五線
各パートごとに 1本の幅を持つ線として表示し、五線自体は表示しない。

- 音符
音符そのものは表示せず、音符数に応じて各小節を対応する明度で塗りつぶす。また、オプションとして、音の高さをメロディラインを表す折れ線として表示できる。折れ線を表示しているときには、五線を重ねて表示する。
 - 音部記号
詳細表示部やメロディライン表示における絶対的な音の高さを示すため、曲の初めだけ通常の楽譜と同様に表示する。
 - 拍子、調号
これらは楽曲の大局的な情報であるため、曲の初めと変化する点で、通常の楽譜と同様に表示する。
 - 小節線
スコアの詳細度に応じて、適切な小節間隔で線を引く。複縦線・終止線は、曲の中で重要な変化点であると考えられるので、つねに表示する。
 - 装飾記号
音符数の明度決定時に考慮する。
 - 略記記号
通常の楽譜と同様に表示する。
- 次に、属性の圧縮部分での表示法をあげる：
- 強さ
パートを表している線の幅を変化させることによって表示する。音の強さが強いほど太く表示する。
 - 速さ
背景色を変化させて表示する。速さが速くなるに従って色相を青から赤に変化させる。
 - フェルマータ、レガート、楽器に依存する奏法（表1の奏法3, 4）、および曲想
対応するグリフ⁸⁾で表示する方法が考えられる。しかし、グリフによって何をどのように表すかを決定することが困難であるため、現在のところはこれらは圧縮部分では考慮していない。
 - 楽器指定
曲の初めだけ、通常の楽譜と同様に表示する。
 - タイトル・作曲者
通常の楽譜と同様に表示する。

なお、1パートの音符単位に適用される属性は、圧縮部分での認識が困難であると考えられるため、表示せず、フレーズ範囲に適用される属性を重視して表示することとする。また、属性は付加的な情報であるため、曲中にすべての属性が存在しているとは限らない。場合によってはユーザが必要としている属性が限られていることもあると考えられるため、これらのうちのいくつかを選択的に表示させるようにする。

このオーバビュー表示では、全体像を把握することができるが、そのままでは、楽譜を読むという本来の目的を達成することができない。そこでオーバビュー表示の中から、ユーザが注目したい部分を選択すると、通常の楽譜として詳細表示する。そのとき、別ウィンドウに表示するのではなく、圧縮部分と詳細部分を同一ウィンドウでフォーカス+コンテキスト表示する。フォーカス+コンテキストは情報可視化において多用されている手法の1つで、表示している空間を歪ませることによって、注目部分を拡大して表示する働きをする¹⁾。これを楽譜に適用することにより、注目部分の楽譜を見ながら曲全体を把握することができる。また、フォーカス+コンテキストの効果により、スクロールなどの手間がなくなり、ユーザは表示情報の認識に集中できる。そのため、ユーザが楽譜学習に集中できると期待される。

なお、本システムで想定している作業は、演奏をしながら楽譜を閲覧する場面ではなく、楽譜を読んで勉強する場面であるため、注目している部分の前後に関連する情報が多く含まれていると考えられる。そのため、注目部分の前後は圧縮率を低くし、注目部分よりも少ない幅ではあるが、楽譜として表示する。これにより、時間軸方向全体のブラウジングを容易にする。

4.2 パート軸方向

時間軸方向は連続的に進行していくので、フォーカス+コンテキスト表示によって効果が得られる。それに対し、パート軸方向は各パートが離散的に配置されているため、注目しているパートに近接しているパートが重要な情報を持っているとは限らない。したがって、時間軸方向のように、注目部分の周辺を拡大することは意味を持たないと考えられる。

そこでパート軸方向は、デフォルトでは、ディスプレイの高さに全パートを均等に配置し、全体の概観を提示する。その後ユーザに、最も注目しているパートを拡大表示したり、パートごとの表示/非表示切り替えを許したりすることにより、注目しているパートだけを提示する。これにより、特定のパートに注目しながら、他のパートも見ることができ、パート譜とスコアの役割を同時に兼ね備えることができる。

4.3 デジタルスコアとしての周辺機能

ユーザがデジタルスコア上でスコアリーディングを行うための補助機能を提案する。

4.3.1 コメントの挿入

ユーザはスコア上の任意の場所にコメントを挿入できる。これにより、本にしおりを挟んだり、楽譜上にメモを残すのと同じように、注目したい部分にマーキ

ングできる。コメントを挿入することによって、ユーザは楽曲学習の結果をスコア上に残し、デジタルスコアを自分自身の分かりやすい形に発展させていくことができる。コメントには、テキストとリンクの2種類を用意している。

- テキストによるコメント

ユーザは、スコア上にテキストによるコメントを挿入できる。テキストによって、局所的な情報の入力が可能となる。挿入されたコメントはグリフとして表示され、詳細表示部ではそのコメントが文字として表示される。

- リンクによるコメント

ユーザは、スコア上にリンクを挿入できる。リンクによって、再現部などのメロディの繰返し情報や、他パートへのメロディの受け渡し情報などが記述できる。そのリンクをたどることによってユーザは、楽曲の大局的な構造を考慮に入れたブラウジングが可能となる。

4.3.2 再生と楽譜の同期

楽曲学習では、曲を聴きながら楽譜を追うという場面が多く存在するため、本システムには、楽曲を再生する機能を付加している。再生箇所の移動にともなって、フォーカス部分がスクロールする。また、パート方向の詳細度制御状態は再生音量に反映される。拡大表示されているパートは大きな音量で再生され、非表示のパートは再生されない。

4.3.3 表示状態の保存

一度開かれたスコアは、表示状態を保存することができる。本システムを終了するときには、保存するかどうかを聞かれ、保存する場合には、詳細表示していた場所とパートの表示/非表示の設定が保存される。次回そのファイルを開くときには、前回と同じ状態で開くことができる。これにより、作業を一度中断しても、同じところから再びスコアリーディングを開始できる。これは、作業効率を良くするために、現在すでに多くのアプリケーションでも実現されており、本システムにも必要な機能の1つであるといえる。

4.4 表示例

システムは、Panasonic CF-R1 (RAM: 256 MB, CPU: Pentium III 800 MHz, OS: Windows XP Professional) 上で、C++とOpenGLを用いて実装されている。楽譜の入力には、Finaleのファイル形式の1つであるETF (Enigma Transportable File) 形式ファイルを利用している。再生にはSMF (Standard Midi File) を用いている。コメントの保存には、独自に設定したテキストファイルを使用している。

題材として、モーツァルト作曲「クラリネット五重奏曲 イ長調 K.V.581」第1楽章(全197小節)をとりあげ、本システムで実際に曲を表示した例を示す。なお操作および表示は、実装環境上でリアルタイムに実現されている。

4.4.1 詳細度制御

システムのデフォルトのオーバビュー表示では、図1のように表示される。ユーザは、実際の紙の楽譜上では見ることのできない、曲全体の概要をこのオーバビュー表示から見るができる。デフォルトの状態では、メロディラインを除く空間基盤と、強さと楽器指定の属性が表示される。ユーザは、楽曲の強弱の移り変わりや明度によって示された音符の数によって、曲の移り変わりを把握できる。

また、時間軸上の部分をマウスでクリックすることによって選択し、詳細表示させると、図2のようにフォーカス+コンテキスト表示される。注目部分の前後は少し小さい幅ではあるが楽譜として表示されている。また、注目部分以外は、オーバビュー表示と同じように表示される。

単一パートに注目すると、図3のように拡大表示される。なお、パート名を左クリックすることによってそのパートを拡大、右クリックすることによって非表示にすることができる。再びマウスでクリックすれば、通常表示に戻る。

4.4.2 オプション表示

オプションを選択することによって、デフォルトでは表示されていなかった属性やコメントの情報見ることができる。オプション表示は、システム画面下部のボタンをクリックすることによって、表示/非表示を選択できる。

メロディラインを表示させると、図4のように表示される。これによりユーザは、音高の移り変わりを見ることができる。

テキストによるコメントを表示させると、図5のように、コメントが挿入された場所では、三角のグリフが表示される。フォーカスされている部分では、コメントが文字として表示される。ここでは、チェロパートに対してコメントが記述されている。

リンクを表示させると、図6のように表示される。リンクは圧縮部分、詳細部分ともに、同じように表示される。

5. システム評価

本章では、開発したインタフェースが楽曲学習を目的とした場合に有用であるかどうかを評価した結果を

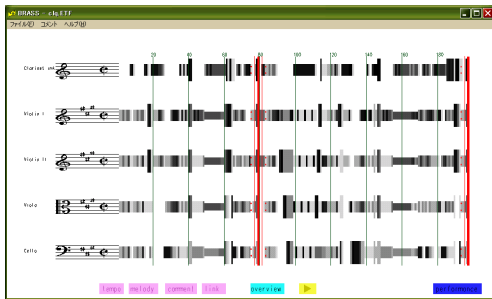


図 1 オーバビュー表示
Fig. 1 Overview.

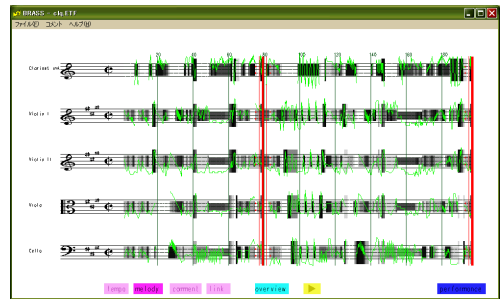


図 4 メロディラインの表示
Fig. 4 Melodic lines.

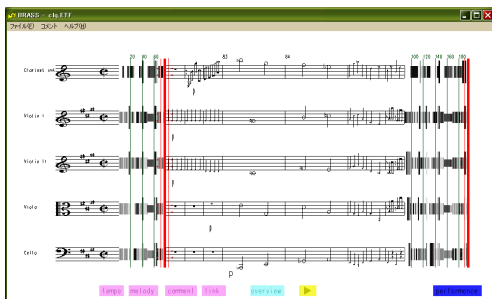


図 2 フォーカス+コンテキスト
Fig. 2 Focus + context.

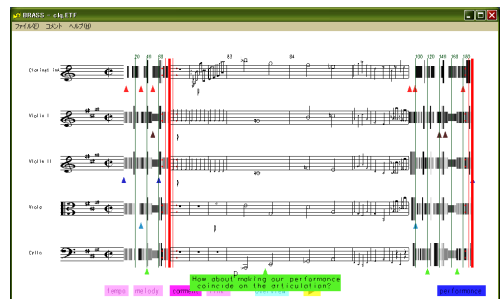


図 5 テキストコメントの表示
Fig. 5 Text-based comments.

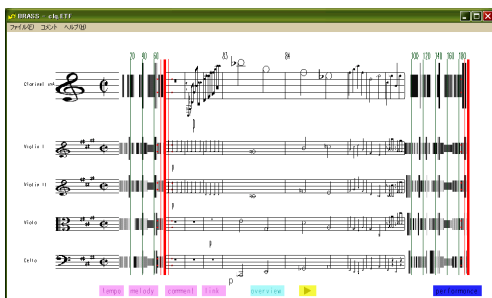


図 3 単一部分の拡大
Fig. 3 Magnification of a part.

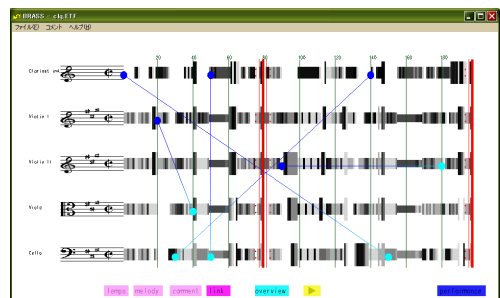


図 6 リンクの表示
Fig. 6 Links.

示す．被験者に本システムを使用してもらい，用意した質問票と自由コメントにより評価してもらった．

5.1 実験方法

お茶の水女子大学の学生で，オーケストラでの演奏活動を行っている者 5 名に本システムを使用してもらった．5 名のうち，2 名が弦楽器奏者，3 名が管楽器奏者であり，楽器経験ならびにオーケストラでの活動経験は 4 年から 10 年である．また，5 名のうち 3 名が情報科学を専攻している学生である．

例にあげた曲を使って，被験者に実際に本システム上で楽曲学習をしてもらった．被験者には本システムの使い方を説明し，さらにマニュアルを手渡した．時間には制限を設けなかった．

5.2 実験結果

実際に被験者がシステムを使用した時間は 1 時間から 2 時間程度である．使用后，あらかじめ用意した質問に対し，5 段階で評価してもらった．表 2 に質問と 5 名の回答（平均）を示す．以下にこの結果から分かったことを示す．

- 注目小節を探すことの容易さ，再生と詳細度制御の同期，表示状態の保存に関して，特に高い評価を得た．
- 速さを背景色で表示することに対しては評価が二分した．色から速さが想像しにくいという意見と，色の変化によってすぐに速さが分かるのが良いという相反する意見があった．

表 2 質問とその回答(5段階評価)
Table 2 Questionnaire entries and answers (5-scale evaluation).

| 質問 | | 評価 | | | | | 平均 |
|-------|--------------------------------|----|---|---|---|---|-----|
| 時間方向 | 圧縮時の表現は理解しやすいですか? | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3.8 |
| | 普通の楽譜よりも, 曲の全体像が把握しやすいですか? | 3 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3.8 |
| | 普通の楽譜よりも, 注目したい小節を探しやすいですか? | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.0 |
| | フォーカス+コンテキスト表示は役に立つと思いますか? | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4.6 |
| | 強さがデフォルトで表示されているのは見やすいですか? | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3.8 |
| | 速さが背景色として表示されるのは見やすいですか? | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3.6 |
| | 強さ以外の属性をオプションとして選ぶことは使いやすいですか? | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4.2 |
| パート方向 | 拡大したり, 非表示にしたりできるのは役に立つと思いますか? | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.8 |
| | マウス操作で制御を行うことは使いやすいですか? | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.8 |
| 周辺機能 | コメントやリンクの挿入は楽曲学習の手助けになりましたか? | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 4.6 |
| | 再生と詳細度制御状態の同期は役に立つと思いますか? | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.0 |
| | 状態が保存できるのは有用であると思いますか? | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.0 |

5 4 3 2 1
 YES ← neutral → NO

表 3 質問とその回答(BRASS インタフェースの効果)
Table 3 Questionnaire entries and answers (Effects of BRASS interface).

| 選択肢 | 効果があったもの(人) | 効果が薄かったもの(人) |
|---------------------------|-------------|--------------|
| 1. 楽曲全体の構造がつかみやすくなった | 1 | 0 |
| 2. 注目部分を探しやすくなった | 3 | 0 |
| 3. 楽曲理解を深めることができた | 1 | 1 |
| 4. 自分の解釈, 他人の解釈を理解しやすくなった | 0 | 4 |

● 情報科学を専攻していない学生のほうが, オプションとして選ぶことは使いにくいという意見だった。これは, コンピュータを使って音楽を見るということに慣れていなかろうかという関係していると考えられる。

また, BRASS のデジタルスコアインタフェースがどのような効果を持つかについての回答結果を表 3 に示す。最も効果が薄かったものとして「4. 自分の解釈, 他人の解釈を理解しやすくなった」に意見が集中した原因は, 実際にインターネットなどでコメントを交換するという場面がなかったためであると考えている。

以下に自由コメントのうち, 特に要求されたものを要約する。

時間方向

- 拡大できる小節がもっとあったほうが良い。

パート方向

- 拡大, 非表示ができるとはいえ, パートが増えたときの表示法にはもう少し工夫が必要なのではないか。

学習支援

- コメントを図形でも入力したい。
 - 最高音, 最低音, ソロの部分などを検索したい。
- その他
- 楽譜の編集機能がよかったほうが良い。
 - 主要な曲がすべて含まれているようなシステムとなれば良い。

5.3 考 察

注目部分を探すことが容易になったという評価が得られたことから, 全体をシングルウィンドウ内に表示させることは, 有用であることが分かった。これは, テンポ, 強弱の変化やメロディライン表示によって, 曲についてある程度の知識を持っているユーザであれば, 探している部分を探しやすくなったり, 初めて見る楽譜ならば, 自分の演奏するパートの難関部分や出番などを探しやすくなったためではないかと考えられる。今回の被験者はすべて指揮者ではなく特定の楽器の演奏者だったため, 1つのパートに着目する傾向があり, このような結果になったのではないかと考察できる。

しかし, BRASS が楽曲学習の支援を目的にしてい

るにもかかわらず，楽曲理解を深めることに効果があると答えた者と，効果がないと答えた者がいた．また，強さと速さの表し方についての評価が二分し，この結果は，曲の全体像が把握しやすいかどうかの評価と関係していると考えられる．現在のシステムでは，表示方法の分かりやすさにユーザによる差が生じてしまっているため，改善の余地があるということを示しているといえる．今後，表示方法を工夫し，検索機能などを付加することにより，より楽曲理解を深める手助けができるシステムとしていきたい．また，多変量データである楽譜を効率的にブラウジングできるようにするため，触覚などの多感覚呈示機能⁴⁾を本システムにとり入れていくことも考えていきたい．

6. おわりに

スコアの詳細度制御法と，デジタルスコア上における楽曲学習に必要な機能を提案した．プロトタイプの実装により，単一のウィンドウ内に曲全体を適応的に表示できることを確認した．今後は，フォーカス+コンテキスト表示の有効性に対するより詳細な評価を行うことによって，システムの改善を目指したい．また，本システムの拡張例として，協調作業空間の構築，内容検索の適用，演奏可視化との連携を検討していきたい．最終的には，大量の音楽データを効率良く管理し，選ばれたデータに対し用途に適した楽譜表示ができるシステム BRASS 全体を構築していきたいと考えている．

参考文献

- 1) Card, S., Mackinlay, J. and Shneiderman, B.: *Readings in Information Visualization, using vision to think*, Morgan Kaufmann, San Francisco, California (1999).
- 2) Dixon, S., Goebel, W. and Widmer, G.: The Performance Worm: Real Time Visualisation of Expression Based on Langner's Tempo-Loudness Animation, *Proc. International Computer Music Conference*, pp.361-364 (2002).
- 3) Foote, J.: Visualizing Music and Audio Using Self-similarity, *Proc. ACM International Conference on Multimedia (Part 1)*, pp.77-80 (1999).
- 4) Han, H., Yamashita, J. and Fujishiro, I.: 3D Haptic Shape Perception Using a 2D Device, *ACM SIGGRAPH2002 Conference Abstracts and Applications (Technical Sketches)*, p.135 (2002).
- 5) Hiraga, R.: Case Study: A Look of Performance Expression, *Proc. IEEE Visualization 2002*, pp.501-504 (2002).
- 6) Hiraga, R., Miyazaki, R. and Fujishiro, I.: Performance Visualization — A New Challenge to Music Through Visualization, *Proc. ACM International Conference on Multimedia*, pp.239-242 (2002).
- 7) Hiraga, R., Watanabe, F. and Fujishiro, I.: Music Learning through Visualization, *Proc. International Conference on Web Delivering of Music (Wedelmusic2002)*, pp.101-108 (2002).
- 8) Keller, P.R. and Keller, M.M.: *Visual Cues: Practical Data Visualization*, IEE CS Press (1992).
- 9) Kunze, T. and Taube, H.: See — A Structured Event Editor: Visualizing Compositional Data in Common Music, *Proc. International Computer Music Conference*, pp.63-66 (1996).
- 10) Mackinlay, J.D., Robertson, G.G. and Card, S.K.: The Perspective Wall: Detail and Context Smoothly Integrated, *Proc. ACM SIGCHI Human Factors in Computer Systems Conference*, pp.173-179 (1991).
- 11) Masui, T.: Lensbar — Visualization for Browsing and Filtering Large Lists of Data, *Proc. IEEE Symposium on Information Visualization*, pp.113-120 (1998).
- 12) Miyazaki, R. and Fujishiro, I.: Interactive Poster: 3D Visualization of MIDI Dataset, *IEEE Visualization 2002 Posters Compendium*, pp.96-97 (2002).
- 13) Miyazaki, R., Fujishiro, I. and Hiraga, R.: Exploring MIDI dataset, *ACM SIGGRAPH2003 Full Conference DVD-ROM* (2003).
- 14) Oppenheim, D.: Compositional Tools for Adding Expression to Music, *Proc. International Computer Music Conference*, pp.223-226 (1992).
- 15) Rao, R. and Card, S.K.: The Table Lens: Merging Graphical and Symbolic Representations in an Interactive Focus+Context Visualization for Tabular Information, *Proc. ACM SIGCHI Human Factors in Computer Systems Conference*, pp.318-322 (1994).
- 16) Sarkar, M. and Brown, M.H.: Graphical Fish-eye Views of Graph, *Proc. ACM SIGCHI Human Factors in Computer Systems Conference*, pp.83-91 (1992).
- 17) Smith, S.M. and Williams, G.N.: A Visualization of Music, *Proc. IEEE Visualization'97*, pp.83-91 (1997).
- 18) Watanabe, F., Hiraga, R. and Fujishiro, I.: BRASS: Visualizing Scores for Assisting Music Learning, *Proc. International Computer Music Conference*, pp.107-114 (2003).

- 19) Curtis Roads (著), 青柳龍也, 小坂直敏, 平田圭二, 堀内靖雄 (訳・監修): コンピュータ音楽—歴史・テクノロジー・アート, 東京電機大学出版局, chapter 16 (2001).
- 20) 石桁真礼生, 丸田昭三, 金光威和雄, 末吉保雄, 飯田 隆, 飯沼信義: 楽典—理論と実習, 音楽之友社 (1965).
- 21) 平賀瑠美, 五十嵐滋, 松浦陽平: 総合演奏視覚化システム, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.11, pp.2391-2397 (1997).
- 22) 皆川達夫: 楽譜の歴史, 音楽之友社 (1985).
- 23) 渡辺綾子, 藤代一成: tutti: 音楽データのブラウジングと編集のための3次元インタラクティブインタフェース, インタラクティブシステムとソフトウェア IX, 近代科学社, pp.33-38 (2001).
- 24) 渡辺ふみ子, 藤代一成: BRASS—スコアリーディングのコンピュータ支援, 第64回情報処理学会全国大会, 6E-04 (2002).
- 25) 渡辺ふみ子, 藤代一成, 平賀瑠美: BRASS—スコアリーディングのための支援インタフェース, 情報処理学会研究報告 2002-MUS-46, pp.49-54 (2002).

(平成 15 年 7 月 1 日受付)

(平成 16 年 1 月 6 日採録)



渡辺ふみ子 (正会員)

昭和 54 年生。平成 15 年 3 月お茶の水女子大学大学院人間文化研究科博士前期課程修了。同年 4 月凸版印刷株式会社入社。現在、同社商印事業本部 E ビジネス開発本部所属。音楽を対象としたユーザインタフェースや情報可視化に興味を持つ。



藤代 一成 (正会員)

昭和 35 年生。昭和 60 年 3 月筑波大学大学院工学研究科博士課程修士号取得退学。昭和 63 年 10 月理学博士 (東京大学)。昭和 60 年 4 月東京大学理学部情報科学科助手。その後筑波大学電子・情報工学系を経て、平成 3 年 4 月お茶の水女子大学理学部情報科学科助教授、平成 10 年 8 月より同教授、平成 14 年 4 月より同大学大学院人間文化研究科教授、現在に至る。平成 9 年 9 月より (財) 高度情報科学技術研究機構特別招聘研究員を兼務。ビジュアルコンピューティング全般に関する研究・教育に従事。現在、International Journal of Image and Graphics, Computers & Graphics エディタ, 画像電子学会理事, 可視化情報学会 VDM 研究会委員長ほか。IEEE CS, ACM, Eurographics, 日本 VR 学会, 日本計算工学会の会員。著書に『コンピュータビジュアリゼーション』(共立, 共編著), 『情報の可視化』(岩波, 共著) ほか。



平賀 瑠美 (正会員)

東京大学理学部情報科学科卒業, 筑波大学大学院理工学研究科・工学研究科修了。日本 IBM 株式会社東京基礎研究所, IBM アルマデン研究所勤務。現在, 文教大学情報学部助教授。博士 (工学)。ACM, 日本ソフトウェア科学会, 人工知能学会各会員。音楽可視化システムの研究, 演奏生成システムの評価を考える活動 “Rencon”, コンピュータを用いた聴覚障害者のための演奏環境等に興味を持つ。