

Title	演奏者の触発インタフェースとしての楽譜 その拡張と可能性
Author(s)	西本, 一志; 宮下, 芳明; Nishimoto, Kazushi; Miyashita Yoshiaki
Citation	ヒューマンインタフェース学会論文誌「プロスペクティブ論文特集号」, 7(2): 215-220
Issue Date	2005-05
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/18086">http://hdl.handle.net/10119/18086</a>
Rights	Copyright(C),2005,ヒューマンインタフェース学会,西本一志,宮下 芳明,ヒューマンインタフェース学会論文誌,7(2),2005,pp215-220
Description	

# 演奏者の触発インタフェースとしての楽譜 その拡張と可能性

宮下芳明\*1 西本一志\*1

## The expansion of "score" as an inspiring interface for musical performers

Homei Miyashita, Kazushi Nishimoto

Abstract — Nowadays, the major concern in introducing new systems into live musical performances seems to have been the development of input-interfaces that reflect musical gesture, that is, 'new instruments.' On the contrary, we attempted to develop output-interfaces that inspire musical performers, as an expansion of 'score.' We developed a moving graphic score and a score via temperature sensation as non-static, non-visual musical output-interfaces, and verified them practically on stage. As a result, we found their effectiveness, and possibilities for developing such output-interfaces to lead musical performers to new musical expressions.

Keywords : musical expression, output-interface, musical score

### 1. はじめに

音楽表現の分野では、日々新しいインタフェースが開発されている。特に、「音楽表現のための新しいインタフェース」に関する国際会議 NIME (International Conference on New Interfaces for Musical Expression) においては、筋電センサ[1]、カメラからの画像認識[2]、さらには脳波計[3]を用いるなど、様々な研究成果が活発に発表されている。だが、センシングや音響マッピングの手法に多様性こそあれ、これらのインタフェースはすべて「演奏者の（広義の）身体動作を音響に変換するシステム」、すなわち「楽器」であるという共通点をもっている。このように、「音楽表現のためのインタフェース」が「演奏者のための入力インタフェース（楽器）」とほぼ同義にとらえられている中、筆者らは本稿において「演奏者のための出力インタフェース」を提案する。

その出力インタフェースとは、拡張された「楽譜」である。一般的に、楽譜は「音楽を記録したもの」ととらえられているが、筆者らは、それが単なる情報記録にとどまらない作用を演奏者に及ぼすものと考えている。以下、2章ではまず、そもそも楽譜とは何であり、何を目的として存在しているものなのかを明確にし、楽譜が単なる情報記録以上の作用を及ぼすものであることを論証する。そして、より演奏者を触発するインタフェースへの拡張として、3章では「動的な楽譜」を、4章では「非視覚的な楽譜」を試作し、その効果の検証を通して、音楽表現のための新しい出力インタフェースの可能性について考察する。5章は、まとめである。

### 2. 楽譜とは何か？

楽譜というと大概の人は西洋の五線譜を思い浮かべる。この他にも様々な記譜法が存在し、それぞれ異なる特徴をもつが、まずはあえて「最も近代的な記譜法」として一般化している五線譜について考えてみたい。

では、五線譜にはどの程度の情報が記されていて、それらはどの程度の精度で再現されているだろうか。そこで気づくのは、音の高さと順序に関しては間違いなく記載されているが、その他の情報に関しては不完全であることである。例えば音の強さに関しては、*forte* とか *pianissimo* といった数段階の音楽記号が小節ごとにしかついておらず、ひとつひとつの音について記載されることはない。また速度に関しては、1曲に対して *Allegro*, *Andante* といった抽象的な形容詞で済まされており、曲全体を通した速度変化についての記述精度は低い。当然のように、こうした「不足情報」に関しては、演奏者の解釈ごとにかなり異なった演奏になってしまう。「楽譜の指示に一応は従いながらなお様々な印象の演奏が可能であるという事実が、とりもなおさず楽譜の限界を物語っている」と指摘する雁部[4]は、内面に目を向けた作品への共感によって不完全な楽譜を補う「音表情への主観的アプローチ」が演奏者にとって重要であるとしている。このように演奏者が不足情報を解釈し、補うことで、音楽はよりいきいきと再現されているのであり、まさにそこにおいて演奏者のクリエイティブな技量が問われているのである。

歴史的には、17世紀を境に五線譜を用いた記譜法が広く普及し、そして定着した。だが20世紀になると、五線譜における制約を脱しようと様々な作曲家が記譜法

\*1: 北陸先端科学技術大学院大学

の拡張を試みた[5]。一般にそれらは図形楽譜（グラフィック・スコア）とよばれる。図1はリゲティによるオルガンのための楽曲「Volumina」[6]の楽譜である。この楽譜では、具体的な音高（音名）は指示せずに、厚みのあるクラスターによる旋律的運動の概形のみが、右手、左手、そしてペダルにおいて示されている。そして楽曲全体にわたってクレッシェンドとして演奏する指示が書き込まれている。

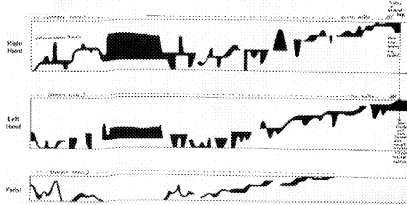


図1 リゲティによる「Volumina」の図形楽譜[6]  
Fig.1 Graphic score of "Volumina" by Ligeti [ 6]

シュトックハウゼンの「Right Durations」[7]で用いられたテキスト・スコアでは、詩的な文章表現によって音の長さについて具体的な指示を出しているが、その音高に対しては何の記述もなされていない。また図2に示されるフェルドマンによる「Atlantis」[8]の図形楽譜では、各パートが単位時間内に演奏すべき音の数が方眼上に記されているが、音高や長さ、リズムといった情報は記されていない。

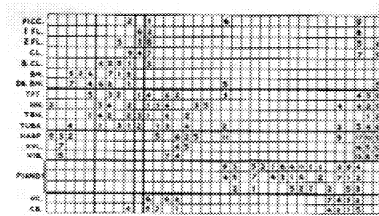


図2 フェルドマンによる「Atlantis」の図形楽譜[8]  
Fig.2 Graphic score of "Atlantis" by Feldman [ 8]

このように図形楽譜を列挙してみると、それぞれにおいて省略されている情報がある反面、より具体化・明示化されている情報が存在していることに気づく。例えば、「Volumina」においては左右の手のパートの関係性や全体のダイナミズムが、「Right Durations」ではそのノートオン・ノートオフに対するタイミングのはかり方が、そして「Atlantis」においては各パートの音密度の関係性がそれにあたる。これらの概念は、五線譜を用いてはこれほど明示的に記述することはできないものであり、その作品においては、五線譜が得意とする音高情報の記述よりも重要だったのだと考えることができる。

さらに、ブリンドル[9]は、特に記譜記号や音楽形態に関する表示が意図的に排除されている図形楽譜に対

し、「作曲家が意図しているひとつの狙いは、グラフィック・デザインを通して演奏者の音楽的創造力を刺激することである」と指摘している。つまり図形楽譜には「演奏者を触発する」という目的もあるというのである。この場合は特に、最終的な音楽が、作曲者の創作というよりむしろ演奏者による創作（あるいは即興）と解釈できることもあるかもしれない。だがそれでも、その音楽は楽譜の存在なしには生まれ得なかったものなのであり、楽譜の情報は創作・即興的行為に対する「制約」として、必ず影響を及ぼしているのである。ケージは、自身の図形楽譜について次のように語っている。「図形楽譜とは、いわばカメラのようなものだ。作曲家はそのカメラの制作者であり、そのカメラで何をどのように撮影するかは演奏者が毎回決めなければならない。[10]」この言葉は、図形楽譜によって演奏者に課される自由度の高さを表現するとともに、「制約としての楽譜」の存在意義を表しているといえる。

以上の五線譜・図形楽譜における考察をまとめてみると、楽譜は、音楽を再現するための情報をすべて記してはいないが、これは不足事項を補完し再現する演奏者の存在を前提としているためであり、記述された情報は演奏者に対する制約としてはたらくと同時に、あるときは演奏者を触発するという特徴をもつといえる。このような見地で楽譜をとらえた場合、楽譜形態を発案したり選択したりする作業は、提示する情報と提示しない情報を意図的にコントロールするという一種のメディア・デザインであるといえる。

メディアが多様化している今日において、楽譜という「メディア」は紙に記録された静的なものにとどまる必要もなく、視覚的なものにこだわる必要もない。しかしそういった拡張による利点がなければ、新規性以外の存在意義は少ないであろう。そこで本稿では、楽譜を動的に、あるいは非視覚的な領域にまで拡張することを試み、その有用性について検証・考察する。

### 3. 動的な楽譜の試作と検証

いくつかの現代音楽の楽曲においては、その時間的なタイミングや「間」が秒数で記されているものがある。このような作品においては、タイミングや間の長さが演奏者の裁量にまかせられるものではなく、極めて厳格な制約概念として存在していることになる。一方、前掲の「Volumina」の楽譜もそうであるように、その旋律的運動を記述することに重点が置かれた楽譜も存在する。しかし、こういった「時間」や「運動」といった情報を静的な紙メディアを媒介として伝達するのは難しく、例えば横軸を時間軸としたり時刻を詳細に記したりしても、その視覚情報を時間感覚として理解し再現するのは難し

い。以上のことから、「実際に動く」楽譜が存在すれば、「時間」や「運動」といったイメージをより効果的に演奏者に伝達できる可能性があると考え、「動く図形楽譜」を試作した。

「動的な楽譜」とよばれる楽譜は既にいくつか存在する。切り込みの入った5枚の紙片を任意に組み合わせて構成する武満による「ピアニストのためのコロナ」[11]、あるいは観客席から送信される信号を一覧表示し図形楽譜として演奏するハリスの作品[12]等がこれにあたる。ただこれらの場合、前者は「不確実性の導入」という意味で、後者は「インタラクティブティ」という意味での「動的」を指している。これに対し本作品では、「音楽イメージを時系列的に提示する」という意味での「動的」を意図し、不可変なシークエンスを構築している点に注意されたい。

試作した作品「動く図形楽譜と2台のピアノ」[13]の楽譜は、図3のような左右に分割された画面におけるアニメーションであり、それぞれの画面を各ピアニストが楽譜として解釈するという点以外のインストラクションはない。映像には1本の横線が両画面を貫いており、上から下に移動してゆく。これが最下部にくるとき、表示されるアニメーションパターン（以下シーンとよぶ）が切り替わる。この横線をタイムラインと読みとって交点に主眼をおくか否かは、演奏者の解釈にゆだねられている。映像には5本の線が2つずつもうけられているが、これを五線譜として解釈するか否かも演奏者に任されている。

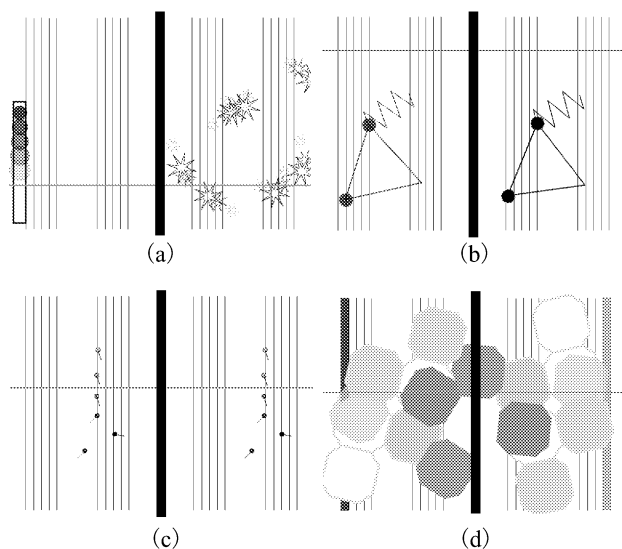


図3 「動く図形楽譜と2台のピアノ」のシーン

Fig.3 Scenes of "Graphic Score Animation for Two Pianos"

この「動く図形楽譜」を2人の演奏者により解釈し演奏してもらおうことを試みた。両演奏者とも、20年以上のピアノ経験、豊富な作曲・即興演奏経験をもつ。今回

の演奏にあたり、まず2人は、通常の連弾や2台ピアノ用の楽曲と同様に、この「楽譜」を分析し、その解釈について互いに議論し、共通の解釈のもとで演奏プランを構築した。例えば、図3(a)のシーンでは、第1ピアニストの楽譜（左側の画面）においては黒い円が点滅・移動し、第2ピアニストの楽譜（右側の画面）では多数の星形図形が回転しながら右から左に移動する。このシーンの解釈として、第1ピアニストは、画面を反時計回りに90度回転させ、全体を上段ト音記号、下段ヘ音記号の五線譜とみなしてF音を連打することにした。また第2ピアニストは、星の形状と運動を下降するクラスター奏法ととらえ演奏することにした。しかし、2人は五線譜を90度回転させるという解釈を全シーンを通じて行ったわけではなく、シーンごとに異なる解釈様式を導入している。例えば図3(b)はそれぞれの図形が揺れているシーンだが、この黒点を音符ととらえて上記の解釈法で演奏してもその結果が「音楽的に面白くない」とし、最終的にはこの三角形を「三拍子」、黒円を「リズムの重点」と解釈することにした。解釈の一貫性よりも最終出力である音楽を重視し、そのもとでかなり大胆な主観的解釈を行ったわけである。また、この図形楽譜は図3(d)のように、モノクロームから突如色彩をおびていくシーンを盛り込んでいるが、この色彩の表現については、特に演奏者間において議論がなされ、最終的には白鍵を中心とした和声やテンション・コードを多用すると同時に、その色から共感覚をおぼえる音名を打鍵することになった。（演奏者間にはその共感覚に差異があった。）

このように、「動く図形楽譜」での演奏プラン構築過程においては、フレーズの創造という領域にまで踏み込み、解釈幅の自由度は増えているが、分析や解釈の議論においては五線譜による連弾とほぼ同様なプロセスをとっている。また、大島によるピアノ連弾における演奏プラン形成のための対話分析[14][15]において指摘されている、認知的機能やコミュニケーション機能をもつ楽器奏も行われている。動く図形から音楽を作り出す作業は、五線譜から読み取れるわずかな情報をもとにテンポ変化やデュナーミクを練り上げるプロセスと基本的には変わらない行為なのである。逆に、テンポや演奏時間に関する議論は、五線譜による連弾の演奏計画と比較してほとんどなかった。

実際の演奏にあたっては、図4のように「動く図形楽譜」をスクリーンに投影し、演奏者がそれを見ながら演奏する形態をとった。（その演奏風景はインターネット上でも視聴可能である[16].）このような場合、「動く図形楽譜」は結果として演奏者同士の同期をとるメディアとしても機能した。各シーンの切り替えのタイミングや総演奏時間は、「動く図形楽譜」が提示するものとほぼ同じ時刻で再現された。この意味で、「動く図形楽譜」

は静的な楽譜と比較してより強く時間的な制約をかけることのできるメディアであるといえる。

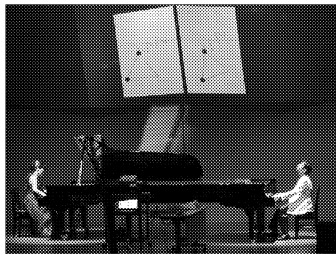


図4 「動く図形楽譜と2台のピアノ」の演奏風景[16]  
Fig.4 "Graphic Score Animation for Two Pianos" [16]

また、このように本来演奏者のために記述される楽譜を観客にも見せる場合、楽譜と実演奏との関係性を観察することによって、どのように楽譜解釈が行われたのかを観客も知ることができる。従来の五線譜に基づいた演奏の場合も、演奏者は自らの楽譜解釈の独自性や妥当性を理解してもらいたいと願うはずであるから、「観客に楽譜を見せる」ことはその理解を促す意味で非常に有効であるといえる。

なお、このように映像とピアノを組み合わせた演奏風景は、ピアノの打鍵情報を映像に変換する装置を用いる岩井らによるメディアアート・パフォーマンス「MUSIC PLAYS IMAGES × IMAGES PLAY MUSIC」[17]に類似している。しかし「動く図形楽譜と2台のピアノ」においては、人間を媒介として映像を音楽に変換するプロセスを経ているわけで、コンセプトとしてむしろ正反対のものである。

演奏にあたり、フレーズ生成は極めて即興的に行われた。しかし、2人が何の基準もなしに即興でアンサンブルを行った場合との差異は、演奏者自身が強く指摘しており、そういった意味でもこの動く図形楽譜は間違いなく「楽譜」として機能していたということができよう。

#### 4. 非視覚的な楽譜の試作と検証

今まで述べてきた楽譜群は、すべて視覚的なものであった。しかし、非視覚的なモダリティを経由した方がより適切であると考えられるケースも、少なからず存在する。例えば、音楽における「激しさ」や楽譜がもたらす制約の「重み」など、視覚以外の表現を用いることでより直感的に伝達できる可能性のある情報も多い。前章の「運動」や「時間」の概念と同様、静的な紙メディアにとらわれずに何らかの拡張を実践すれば、こうした情報をより直感的に伝達できると考えられる。したがって、ここでは非視覚的な楽譜を試作し、その有用性について考察する。

視覚によらない楽譜に関連していると思われる数少ない例は、赤松らによるパフォーマンス「Flesh Protocol」[1]で用いられた、ダンサーに電気刺激を与え同期をとるシステムである。本システムは楽譜の延長として開発されたものではないが、同期という制約を伝達している。

筆者らは、非視覚的な楽譜の一例として、温度感覚に基づく楽譜「Thermoscore」を研究・開発した[18][19]。温度を用いて情報を伝達する場合、量的に変化する情報や持続的な情報を伝えることが可能なため、同期信号以上の情報伝達が可能になると考えたためである（そしてこうした性質をもつ情報は、極めて「音楽的」とであると考えられる）。加えて、演奏者と楽器がインタラクションを行っているまさにその接点において情報伝達が行えるようなインタフェースを開発した。

温度を媒介とした情報伝達にはペルチェ素子を用いることにした。これは主に冷却装置などに用いられている半導体素子であり、ヒート・ポンプとして機能する。2枚のセラミック板の片面から反対側の面へと熱を移動させるため、極性を入れ替えることで冷却・加熱を切り替えることができる（ただし本システムでは、演奏者に加熱面のみを提示している）。最も一般的・汎用的な楽器として鍵盤楽器を選択し、その鍵盤にこれらを図5のように配置した。このシステム「Thermoscore-display」はMIDI信号で制御される。MIDI-to-TemperatureコンバータがMIDIノート・オン・メッセージを受信すると、該当するペルチェ素子に電流が流れるのである。つまりこのシステムは、通常は入力機器としての特性しかもたない鍵盤に、情報を温度として提示する出力機器としての特性も加えたものである。

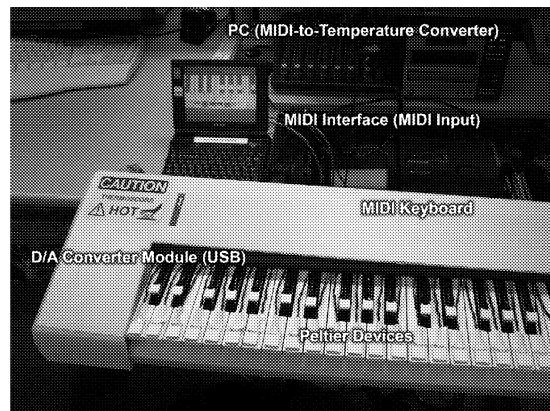


図5 Thermoscore-display のシステム  
Fig.5 System of Thermoscore-display

図6は、ペルチェ素子表面の温度変化を非接触温度計を用いて測定したものである。横軸はペルチェ素子に電流を流してからの時間経過をあらわし、縦軸はその温度を示している。演奏者の知覚までには通電後から約2秒

の遅延が存在し、4秒を越えると、大概の人はもはや鍵盤を押していられなくなる。

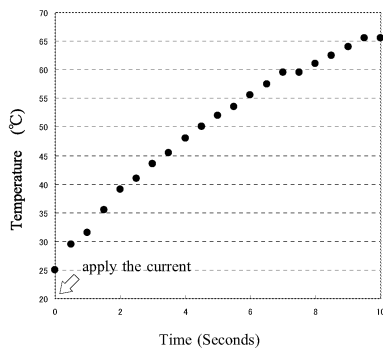


図6 ペルチェ素子表面の温度変化

Fig.6 Temperature on the surface of Peltier devices

MIDI シーケンサに Thermoscore-display を接続し、時系列的に鍵盤温度を変化させれば、この温度シークエンスは、即興演奏における一種の制約として機能すると期待される。すなわち、ある鍵盤を高温に加熱すると、その鍵盤を長時間押し続けることが困難となりデュレーションが短くなるため、結果としてこの音は他の音に向かう経過音になるわけである。このように長時間持続してほしくない音を熱の制約として伝達する場合には、図7のように作曲者が許容する音群を MIDI シーケンサのピアノロールで指定し、システムは「その音以外」の鍵盤を加熱する。また、個々の鍵盤をそれぞれ異なる温度に加熱または冷却すれば、一種の「曲想」も表示可能となり、これによって演奏者への音楽的触発効果も期待できる。このように、Thermoscore は温度感覚を用いた「楽譜」と位置づけることができる。なお、このような一方向的な情報伝達手段としての使用であれば、知覚までの遅延を考慮して通電時刻を調整すればよいので、レイテンシーの問題は生じない。

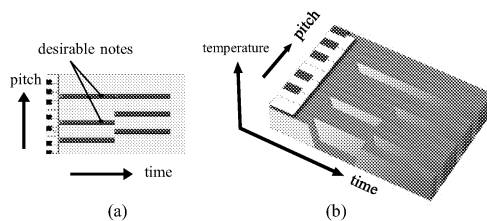


図7 (a) 作曲者が許容する音群シークエンスと (b) Thermoscore-display に対応する温度シークエンス

Fig.7 (a) Sequence of notes in the composer's mind (b) Corresponding sequence in the Thermoscore-display

本システムを用いて、実際に楽曲「Thermoscore のための小品」の制作と演奏を行った[20] (演奏風景は、インターネット上で視聴可能である[21])。楽曲の構成は、許容される音群が次第に減っていく (加熱される鍵盤が

増加していく) ものとなっている。ときおり全黒鍵や全白鍵が加熱されるシークエンスや、五度円上の音が順に加熱されるシークエンスを用意した。また、温度は楽曲終了間際に最大 70℃まで上昇する箇所がある。図8のように、ステージにはサーモグラフィーカメラを設置し、鍵盤の温度変化と演奏の様子をスクリーンに投影した。だが演奏者はこの画面を見ずに、触覚的に伝達された制約にのみ従って演奏を行った。

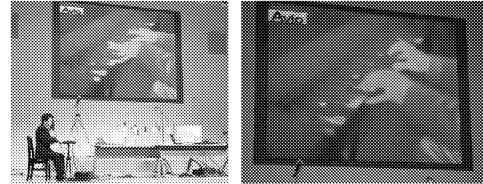


図8 「Thermoscore のための小品」の演奏風景と投影されたサーモグラフィー映像

Fig.8 Playing "A piece for Thermoscore" and its thermographic image on screen

上演に際しては「動く図形楽譜と2台のピアノ」と同様に、楽譜と演奏者の関係性がサーモグラフィー映像というかたちで観客に見える。こうした中、演奏者がその音楽的意図からあえて熱せられた鍵盤を長く打鍵しようとする瞬間があった。五線譜による楽曲の場合でも、記載されている内容が演奏者の感性として同意できない箇所がしばしばあるが、こうしたときには演奏者が自身の音楽性を信じ、前述の「音表情への主観的アプローチ」の一環として記載事項に逆らうことがある。一般に、この行為を行うには演奏者としても大変勇気が必要であるが、今回「熱い鍵盤であるにもかかわらず打鍵する」という行為がその挑戦と重なって見えるため、観客の理解を促進したようである。これにより、演奏者と作曲家 (楽譜) とのせめぎあいのようなものが感じられるパフォーマンスとなった。

もちろん、こうした例外を除けば加熱された鍵盤のデュレーションが短くなる結果となったため、この温度楽譜は制約として十分に機能したといえる。また、打鍵を行う前ではなく打鍵後に情報伝達が生じるため、従来の楽譜とは大きく異なる特性・効果を実現しているといえる。特に、この温度楽譜は、打鍵より離鍵動作に対して積極的にはたらきかける点は大きな特徴であるといえる。本稿の第2筆者らはピアノ演奏での音楽表現において離鍵動作が重要であることを実証しているが[22]、五線譜においては離鍵動作に対する積極的な記述が難しい。今回のように「作曲者が許容しない音群」ではなく、「各鍵盤における離鍵速度」を温度で提示するのであれば、より演奏表現に重点をおいた記譜が可能になるのかもしれない。

温度楽譜からは、通常の楽譜以上に作曲者の存在感、

感情、あるいは「ぬくもり」を感じ取ることができる。どのような楽譜であれ、演奏者はその楽譜の向こうにいる作曲者の存在をみとめ、その上で解釈作業を行う必要があるが、そうした意識を覚醒する意味でも、Thermoscore は有効に機能したと考えている。

## 5. おわりに

本稿では、制約としての情報を提示し演奏者を触発するインタフェースとして「楽譜」を位置づけ、動的、さらには非視覚的な領域への拡張例として「動く図形楽譜」と「温度による楽譜」を試作し、その有用性について論じてきた。その結果、音楽表現を生み出す手段として「入力インタフェース（楽器）」の開発が中心となっていた分野に、新たな領域を開拓できたのではないだろうか。試作した例以外にも「非静的」「非視覚的」な楽譜を実現するアイデアは尽きない。作曲家や観客、他の演奏者とのインタラクションによって双方向的に変化したり、温度感覚以外の触覚・嗅覚・味覚を媒介として伝達したりと、もしかしたら将来的には、現在開発されている「新楽器」よりも多彩な「新楽譜」が生まれるのではないかとすら思える。そうやって音楽表現を行う人間をとりまく環境全体を視野に入れ、その入出力経路の選択肢を増やすことができるのなら、必ずや、人間はさらに新しい音楽表現に到達するものと確信している。

## 参考文献

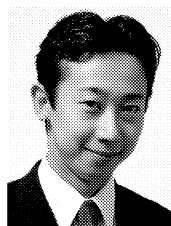
- [1] Yoichi Nagashima. Bio-Sensing Systems and Bio-Feedback Systems for Interactive Media Arts. Proceedings of International Conference on New Interface for Musical Expression, pp. 48-53 (2003)
- [2] Michael J. Lyons, Michael Haehnel, Nobuji Tetsutani. Designing, Playing, and Performing with a Vision-based Mouth Interface. Proceedings of the Conference on New Interfaces for Musical Expression, Montreal, Canada, pp.116-121 (2003)
- [3] Andrew Brouse: "Conversation", Conference on New Interfaces for Musical Expression, McGill, Montreal, May 23rd (2003)
- [4] 雁部一浩: ピアノの知識と演奏 音楽的な表現のために, pp.74-78, 音楽之友社 (1999)
- [5] 皆川達夫: 楽譜の歴史, p.68, 音楽之友社 (1985)
- [6] Gyorgy Ligeti: Volumina (1961)
- [7] Karlheinz Stockhausen: Right Durations. Aus den sieben Tagen (1968)
- [8] Morton Feldman: Atlantis (1958)
- [9] R・スミス-ブリンドル, 吉崎清富 (訳): 新しい音楽 -1945年以降の前衛, p.119, アカデミア・ミュージック (1988)
- [10] 高橋 順一, 皆川 達夫, 藤井 知昭: 音のデザイン—楽器と私たち, p.48, INAX 出版 (1990)
- [11] 武満徹: ピアニストのためのコロナ (1962)
- [12] Bert Bongers. Exploring Novel Ways of Interaction in Musical Performance, Proceedings of the third conference on Creativity & cognition, pp. 76-81 (1999)
- [13] Homei Miyashita. Graphic Score Animation for Two Pianos. Toyama shimin plaza, Toyama, Japan, February 28th (2003)
- [14] 大島千佳, 下嶋篤: ピアノ連弾における演奏プラン形成のための対話について (2), 情報処理学会研究報告 2003-MUS-52, pp.65-72 (2003)

- [15] 大島千佳, 下嶋篤: ピアノ連弾における演奏プラン生成のための対話について (1), 情報処理学会研究報告 2002-MUS-47, 情報研報 Vol.2002, No.100, pp.1-6 (2002)
- [16] <http://www.jaist.ac.jp/~homei/2pianos.rm>
- [17] 坂本龍一, 岩井俊雄: "MUSIC PLAYS IMAGES × IMAGES PLAY MUSIC", 水戸アートタワー, 水戸市, December 16 (1996)
- [18] Homei MIYASHITA, Kazushi NISHIMOTO. Thermoscore: A New-type Score for Temperature Sensation, Proceedings of International Conference on New Interface for Musical Expression, pp.104-107 (2004)
- [19] Homei MIYASHITA, Kazushi NISHIMOTO. Developing a Non-visual Output Device for Musical Performers, Sound and Music Computing, IRCAM, Centre Pompidou, Paris, France, Oct.20-22, pp.251-255 (2004)
- [20] Homei Miyashita. Conditions for Music, Ishikawa Ongakudo Interchange Hall, Ishikawa, Japan, November 29 (2004)
- [21] <http://blog.livedoor.jp/essenceofmusic/>
- [22] Kazushi Nishimoto and Chika Oshima: Basic Analyses on Effects of Key-release Velocity in a Piano Performance, Proc. the IJCAI-03 workshop on methods for automatic music performance and their applications in a public rendering contest, pp.46-53 (2003)

(2004年11月1日受付, 2005年2月24日再受付)

## 著者紹介

### 宮下芳明



2001年千葉大学工学部画像工学科卒業。2003年富山大学大学院教育学研究科音楽教育専修修了。2003年より北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科博士後期課程に在籍。情報処理学会、映像情報メディア学会、日本インテリア学会、日本ヴァーチャルリアリティ学会 各会員。

### 西本一志 (正会員)



1987年京都大学大学院工学研究科機械工学専攻博士前期課程修了。同年松下電器産業㈱入社。1992年㈱ATR通信システム研究所出向。1995年㈱ATR知能映像通信研究所客員研究員。1999年より北陸先端科学技術大学院大学助教授。2000年～2003年 科学技術振興事業団さきがけ研究 21「情報と知」領域研究員兼任。2001年より㈱ATRメディア情報科学研究所非常勤客員研究員兼任。1996年度人工知能学会研究奨励賞, 1997年度 DiCoMo シンポジウム ベストプレゼンテーション賞, 1999年度情報処理学会坂井記念特別賞, 1999年度人工知能学会論文賞, インタラクション 2004 ベストインタラクティブ発表賞, ACM Multimedia 2004 Best Paper Award 各受賞。IEEE computer society, ACM, 情報処理学会, 人工知能学会, ヒューマンインタフェース学会 各会員。博士 (工学)。