

# 音楽システムを考える

平田 圭二

NTT コミュニケーション科学基礎研究所 科学技術振興事業団さきがけ研究 21「情報と知」領域／

hirata@brl.ntt.co.jp

後藤 真孝

産業技術総合研究所

m.goto@aist.go.jp

音楽システムを作成する際のポリシーや評価は非常に重要である。本稿はそれらを再認識し議論するための出発点を提供する。音楽システムを研究し、有意義な成果をあげる上で、何をどのように考えながら音楽システムを作成すると良いのかについて、著者らの考えを述べる。まず、音楽システムを考察するための視点を幾つか与え、各々について検討を加える。次に、音楽システムの評価の在り方、方法論について議論する。

## Thinking about Musical Systems

Keiji Hirata

NTT Communication Science Research Laboratories

Masataka Goto

“Information and Human Activity”, PRESTO, JST /

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

When we construct a musical system, a design policy and evaluation are quite important. This article provides a start point for recognizing and discussing them. The authors describe their opinion regarding what items we should think of from what point of view, in order to investigate a musical system and to obtain significant results. First, the authors give several viewpoints when considering a musical system and discussing each of those viewpoints. Next, the authors discuss the philosophy and methodology for evaluating a musical system.

### 1 はじめに

計算機科学の多くの研究分野では、実際にハードウェアやソフトウェアを作成して実証することが非常に重要な研究方法論となっている。音楽情報処理の分野も例外ではない。近年、PC等の技術が発展し、音楽情報科学研究会でも、実際にシステムを作成しデモ付きの発表が多く見られるようになった。これは非常に望ましい傾向である。

しかし、音楽システム（本稿では、音楽データ、音楽知識を処理の対象とする計算機システム全般を指す）は、作ってデモさえすれば良いというものではない。音楽システムをどのような目的・ポリシーで作成するか、作成後のシステムの評価をどのようにおこなうかも、重要である。ところが、音楽情報処理のようにまだ十分に体系化されていない分野では、研究の遂行や成果の評価に関するコミュニティ内コンセンサスが未熟であり、音楽システム作成に関連した目的、ポリシー、評価等が明示的に語られ議論される場面はそれほど多くなかった。これは日本だけの現象ではなく、国際的にも同様のようである[4, 6, 1, 3]。

音楽情報処理の分野がさらに発展するには何が必要なのだろうか。それは、音楽と人間のあらゆる側面について科学的探究を行い、要素技術をより高め、他分野、例えばヒューマンインターフェース、音声認識、画像処理、ネットワーク等の関連技術を強く意識しながら、より社会に貢献する技術を生み出すことである。そうすれば、より積極的にビジネスへつながる技術にも発展するであろう。

そこで、我々は、音楽システム作成に関連したポリシー、評価等の重要性を今一度認識しておくべきと考え、その議論の出発点として本稿の執筆を思い立った。音楽システムを機能やタスクの面から分類、整理した技術マップを作成し、音楽システムの位置付けや検討すべき項目を明確化する。ただし、我々は「こうすべし」を語る積もりはないし、確固たる結論を持っているわけでもない。本稿が計算機と音楽の学際領域で格闘して研究者の方々と共に考える出発点になればと思っている。

## 2 音楽システム考察の視点

まずユーザと音楽システムが何らかの情報をやりとりしている状況を考える(図1)。音楽システムが

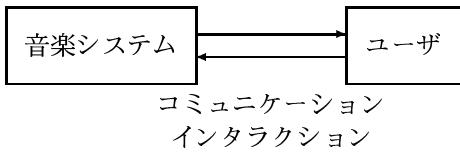


図1: ユーザと音楽システムの関係

取り扱っている対象およびユーザと音楽システムがやりとりするものは、音楽データや音楽知識である<sup>1</sup>。それらは一般に、部分的、暗黙的、曖昧な定義、主観的(個別的)、芸術的という特徴を持ち、従来の計算機システムが取り扱ってきた対象の性質とは大きく異なっている。それゆえ、従来と同じ視点を持って音楽システムの研究開発に取り組んでも、文脈への依存に対応できなかったり、制御性が欠如したり、技術の適用範囲が狭かったり、評価、改良が困難等という結果をもたらすことがあった。

そこで、音楽システムを眺める視点を整理し、各々の視点において従来の方法論とどういう点が異なるか、あるいは留意するとよいかを議論する。本章では、音楽システムを眺める以下6つの視点を与え、個別の議論は次章にて行う。

- システム全体の挙動(3.1節)
- 音楽システムの分類(3.2節)
- 知識処理(3.3節)
- ユーザ(3.4節)
- 楽器、ツール(3.5節)
- 環境、インターネット(3.6節)

例えば、作曲システムは、楽曲を合成するシステムと考えられるが、同時に、その内部では知識処理を行なっているであろうし、ユーザの作曲タスクを支援するツールとして動作しているとも考えられる。もちろん、システムとして、ここに挙げた以外の側面も持っているであろう。

我々は、ユーザ(人)の視点からも音楽システムを検討することが重要だと考える。音楽は、人が聴いてはじめて価値や意味が発生するのであるし、音楽

<sup>1</sup> 音楽データや音楽知識の内、特に、音楽全般に関する知識や知性の集まりであり、計算機上での形式化を前提とし、音楽理論に基づく構造によって意味が与えられているものを音楽知と呼ぶ[5]。

に込められた価値や意味は人々は人が与えるべきものである。従って、その人が持っている音楽的スキルや価値観などが音楽に与える価値や意味を大きく左右し、さらに音楽システムの在り方をも大きく左右する。

## 3 各論

本章では、音楽システムが持つ6つの視点に関して検討すべき項目を挙げ議論する。

### 3.1 システム全体の挙動

**決定論的なアプローチ:** 従来の音楽システムの中には、その振る舞いをランダムに決めるものがある。どの選択肢を選んでも妥当なのでランダムに選択する場合と、それまでの文脈とは無関係な選択をするためにランダムに選択する場合がある。いずれの場合も、ランダムに選択するプロセスがユーザの制御性を低下させる。つまり、ユーザが目的を持ってある方向にシステムを誘導して行きたい時、もしランダムに選択するプロセスが入ってしまうと再現性が低下し、システムはユーザの思い通りに誘導できなくなる。従って、高い制御性を得たいのであればランダムな選択は極力控えるとよい。

一方、楽曲を分析したり、音楽に関する人間の認知的活動を探求する学問分野として音楽学や音楽認知科学がある。その分野では、音楽に関して人間はランダムな振る舞いをしないという共通認識がある(ただし、この認識が正しいとは限らない)。例えば、ある曲に含まれている音符は蓋然ではなく必然としてそこにあり、ある演奏においてある音が鳴るタイミングや音量も必然であると考える。つまり、音楽学や音楽認知科学では、決定論的にそのような音符や音が導き出されるようなモデルや仕組みが存在すると仮定しているのである(繰り返すが、飽くまで仮定である)。音楽学や音楽認知科学の成果を音楽システムに取り入れる理由の1つは、システムがより決定論的に振る舞うようにするためである。

**確率・統計的なアプローチ:** 音楽システムでは、決定論的な知識・ルールだけでなく、確率・統計的な手法が使われて有効に働く場合も多い。確率・統計的な手法を使うということは、必ずしも、システムがランダムに振る舞うということを意味しない。そうし

た手法によって、データに内在する構造を確率的な知識として定量的に表現し、それに基づいて得られる統計的に妥当な結論に従って、システムの挙動を決定することができる。

例えば、ある一連の入力データが与えられたときに、そのデータを抽象化して表現するために、調節可能なパラメータを含む確率モデルを当てはめることを考える。データへのモデルの当てはめが適切におこなわれれば、その抽象化した確率モデルを利用して、識別や圧縮等の様々な処理がおこなえる。適切な当てはめをすることは、当てずっぽうに(例えばサイコロを振って)パラメータを決めるることは異なる。そこで統計的手法である最尤推定法を用いれば、適切なパラメータを推定でき、システムにある基準の下で最適な振る舞いをさせることができるとなる(用いるモデルが同一ならば、同じ入力に対して常に同じ推定結果となる)。

## 3.2 音楽システムの分類

ここでは、音楽システムを分類するために、分析と合成という音楽タスクの軸を中心に、分析と合成の対象となる音楽表現や記述レベル階層の軸と感性の軸を考える(図2)。どの種類のシステムも何らかの形で入力と出力があり、入力を分析しその分析結果をもとに出力を合成する。図2では、分析(入力)と合成(出力)のどちらが重点的かで分類してある。合成的なタスクには、作曲、編曲、即興、演奏表情付け等があり、分析的なタスクには音楽情景分析や鑑賞等がある。合成的な作曲システム、編曲システムであっても、一般にその内部には、入力を分析する何らかのタスクを実行する部分がある。ただし、自動伴奏システムやジャムセッションシステムは、分析も合成もともに重要な要素なので、双方にまたがる位置に置いた。

音楽データや音楽知識には様々な抽象度と種類がある。例えば、デジタル・オーディオ・データ、MIDI、スペクトログラム、演奏用の譜面、教科書に記述されているような知識や楽譜、作曲家の頭の中にあるアイデアなどは、種類も異なればその抽象度も異なる。それらを抽象度によって並べたのが、図2の音楽表現、記述レベル階層の軸である。ここで、下位のデータや情報を元にそれより上位のデータや情報が抽出できるという意味で、抽象度が上と考えている。

一般に、感性等の情報は、音楽表現、記述レベル

階層の最上位に位置される場合が多いが、図中、感性、芸術性、嗜好の軸は音楽表現、記述レベル階層の軸に直交している。これは、我々が、音楽データや楽曲に含意される構造を抽象化することにより感性等の情報が得られるとは考えていないからである。何故なら、同じ曲を聴取し同じ音楽的な構造を認識したとしても、個々の人が感じることは異なるからである。これは抽象化ではなく、むしろ連想の方が近いだろう。

## 3.3 知識処理

知的システムに期待される機能には、連想、理解、学習、問題発見、問題解決、予測、プランニング、プラン修正、未知の対象の分節化、情報の部分性への対応、文脈の操作、メタレベル計算等がある。音楽データや音楽知識を対象とした音楽システムも同様にこれらの機能を満たすことが期待される。音楽という対象を扱う場合はさらに、暗黙的、定義の曖昧さ、主観的(個別的)という特性にも対応することが要求されるだろう。

**音楽学の知見と独自の音楽理論:** 自分の心や他人の様子を観察していると、人は音楽に関する知識が無くとも音楽を理解しているように感じる。その一方で、意識的にしろ無意識的にしろ、楽曲に含まれる様々な構造を把握して聴いているようにも感じる。

従来の音楽システムでは、この楽曲の構造分析のための理論を独自に考案することが多く、音楽学から得られた知見を積極的に援用したシステムは少ない。主な理由は2つ考えられる。1つは、音楽学の知見がプログラム化やアルゴリズム化に適した形で記述されていない、つまり形式化されていないことである。もう1つは、(伝統的な)音楽理論は「『音楽』の理論であっても『音楽を聴く過程』の理論ではなく、そもそも目的が違っている」ために、それを無反省に適用しても有効な音楽認知プロセスが実現できないからである[2, page 822]。しかし、独自に考案した構造分析手法は、プログラム化やアルゴリズム化に適してはいるものの、音楽的な意味をあまり考慮せず限定的な手法となる場合もある。

ここには、音楽学の知見を援用するために、それらの形式化の作業に取り組むか、それとも独自の構造分析手法を考案するかのトレードオフが存在している。

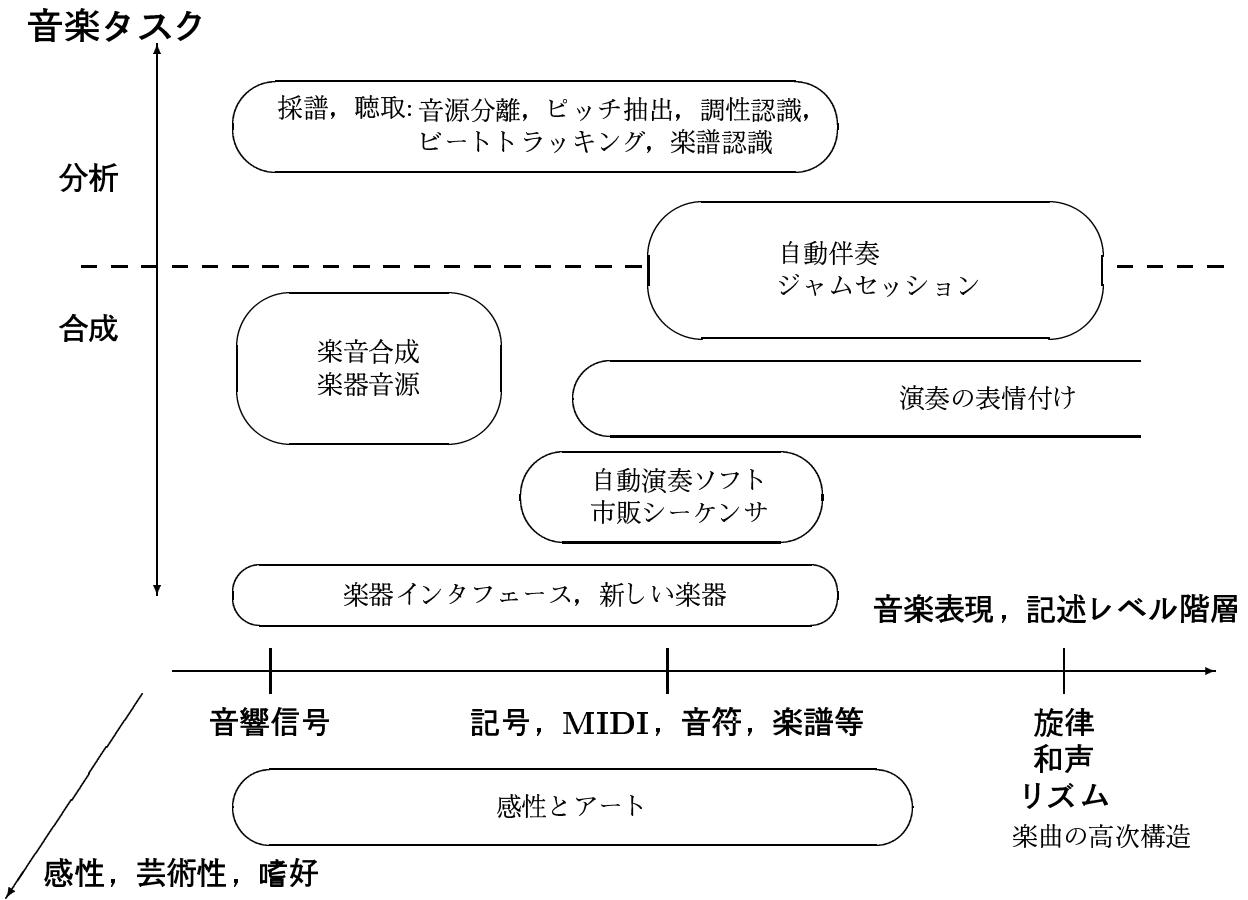


図 2: 音楽システムの分類

**システム内部表現と情報量:** 音楽システムが、音楽データや音楽知識を正しく処理するためには、それらが持つ意味や意図を音楽システムが正しく把握していなければならない。特に、システム内部で楽曲および演奏の情報をどのように表現するかがシステムの挙動を大きく左右する。

楽譜を出発点としたシステムにおいて、外から与えられた楽曲や演奏を内部表現に変換した際、その内部表現がどの程度の情報量を保持しているか(あるいは捨象しているか)を調べる一つの目安は、内部表現から楽曲の楽譜が復元できるかどうかである。もし復元できれば、それは内部表現の方が楽譜情報より情報量が多いということを意味する。

前項の独自の楽曲構造分析理論を考案する場合と、音楽学から得られた知見を積極的に援用する場合に対応して、内部表現手法も 2 つに大別することができる。まず独自の構造分析手法の多くは、楽曲の持つ音楽的な特徴の幾つかを選び出しそれをベクトル

特微量に変換する。このベクトル特微量が内部表現となる。この時用いられる音楽的な特徴は、被験者を使った実験結果に基づき統計的な手法により導きだされたり、システム設計者により恣意的に決定されたりする。

一方、音楽学の知見に基づいて楽曲の構造分析を行う場合、その分析結果が内部表現となる。この楽曲の構造分析とは、楽曲中の音符をグルーピングしたりお互いを関連づけることである。そのグルーピング方法、関連づけ方法は、音楽を解釈する時の人の直観を反映して、方法自体が複数通り存在するだけでなく、分析結果も個別性を反映して複数通り存在する [8, 9]。

楽曲が与えられると、独自の構造分析手法の場合その内部表現はほぼ一意に決まるが、音楽学に基づく構造分析の場合は何らかの形で人の解釈が介在しないと内部表現には変換できない。しかし一旦、内部表現に変換してしまうと、一般に前者は元の楽曲

が復元できないのに対し，後者は復元できる。前者では内部表現に変換する際に情報量が減っているのに対し，後者では内部表現の方が楽曲の楽譜情報よりも多くの情報を保持しているからである。ここで後者において，楽曲構造の情報を処理中にオンデマンドで付加することは困難であることに注意してほしい。何故なら，楽曲の構造を抽出する楽曲分析には人の解釈の介在が必要だからである。

### 3.4 ユーザ

作曲・編曲システムのような音楽を作り出すシステムでは，想定するユーザが音楽の専門家なのか非専門家なのかにより，音楽システムの設計方針は大きく変わる。

一般に専門家は自分にとっての音楽や楽曲にあるイメージを持っており，ユーザがシステムに与える情報は安定しており，的確で整合的である。しかしそれゆえ，非常に幅広い個別性も存在している。一方，非専門家，初心者の多くは音楽に関して具体的な出来上がりイメージを持っていないので，動作が安定していかなかったり，指示が整合的でない場合が多い。或は，たとえそのようなイメージを持っていても，それをシステムに伝達する技術レベルが低いために，システムにイメージが上手く伝達できない。よって，際立った個別性を見せるることは少ない。

専門家向けには，ユーザが出力の生成過程に積極的に関与して制御し，ユーザの嗜好に特化するのが良いだろう。そのために，ユーザインターフェース (UI) が抽象度の低い音楽データや音楽知識を直接操作できるようにする。すると，ユーザは大量の音楽データや音楽知識を同時に扱わねばならず，操作性は悪くなるものの，それだけ生成される音楽の制御性は良くなり，質の高い出力が得られるであろう。ただし，操作すべき音楽データや音楽知識 (あるいはパラメータ) が多いほど，所望の出力を得るために変更すべきパラメータがどれなのかが不明になりやすい。これは多くの音楽システムが抱えている欠点でもある。

一方，非専門家向けには，システムをより自動化し多くのユーザを平均的に満足させるのが良いだろう。そこでは逆に UI の抽象レベルを高くするので，専門家向けシステムとは逆の特徴を備える。つまり，操作すべき音楽データや音楽知識が少なくなりシステムの使い易さは向上するものの，質の高い出力を得ることが難しくなる。また，抽象度の高い UI を与

えるということは，システムモデルを事前に仮定しそれをユーザに強要することになり，出力の音楽をある程度色づけしてしまう可能性もある。

この 2 つの方向性は，どのような音楽システムを設計したいかという目的に照らし合わせて解決すべきトレードオフの問題である。あるいは，この両者を同時に満たすような新たな研究が期待される。

### 3.5 楽器，ツール

楽器が持つ重要な特徴として，熟練者が使い込むほど手に馴染んで表現力が豊かになるということが良く指摘される。一方，計算機システムの視点からは，初心者がはじめて使ってもそれなりに使いこなせる，例えば，良い演奏ができたり思い通りの曲が作曲できたりということが要求される。そして，これらの要件は一般に相反するものとして議論が行われている。両者を同時にできるだけ満足させるには，どういうスタンスで研究を進めれば良いのだろうか。

繰り返し使用することで，ユーザは楽器の制御法を学習する。本節前半では，これをインタラクティブシステムの立場から考察する。

本節後半では，初心者とシステムの間で行われる情報のやりとりを何らかの形で支援することで，初心者でもある程度使いこなせるようなシステムが構築できるのではないかということを議論する。

**インタラクティブシステム:** インタラクティブなシステムの場合，ユーザはその出力結果を受け，さらに次の入力を行うであろう。この時，重要な概念は UI，制御性，対話性である。

ユーザの意図は，明示的な場合もあれば暗黙的な場合もある。そのような意図を素直に効率良くシステムに伝えるための UI が必要になる。音楽システムがユーザの意図を反映した結果を出力するには，高い制御性(応答性)が必要になる。ユーザと音楽システムは互いに入出力を繰り返しながら音楽を作っていくが，この時はシステムとの対話性が重要になる。ここでは，楽器としての音楽システムが「楽器」として成立する要件は何かということに注意を払って研究を進めなければならない。

このような視点に立つと，上述の技術的要素に加えてデザインの要素も大きい。デザインの部分をどう評価するかは非常に難しく，この問題については，例えば文献 [7] が参考になる。

**ユーザとシステム間でやりとりされる情報:** 楽器やツールとしての音楽システムとユーザがやりとりする情報を、ここでは音楽的な情報とそれ以外の情報という風に大別しよう。図2の分類を参考すると、音楽的情報とは音楽表現、記述レベル階層の軸上に位置する情報であり、それ以外の情報とは音響信号、記号、楽譜、楽曲の高次構造に対して付与される感性、芸術性、嗜好の要素を含んだ情報である。

音楽的でない情報の例としては、身体動作、物理モデル音源に関する何らかのパラメータ、ユーザの感性や嗜好に基づく指示等がある。これらは、ユーザが音楽に付与する価値、意図、感性を表現している場合が多い。

音楽的情報とそうでない情報の中間に位置するものの例には、楽曲分析の結果をグラフィクスとして可視化したものがある。これは、高次の楽曲構造をさらに抽象化したものとみなせば音楽的情報であり、楽曲分析をする過程において分析者の直観や意図が埋め込まれることを考えるとそうでない情報とみなせる。さらに、可視化する際に感性的な要素も含まれる。

専門家は、演奏・作曲する場合でも聴取する場合でも、音楽的な情報そのもので比較的円滑にシステムとやりとりができるのに対し、非専門家、初心者は一般にそのスキルが高くない。よって、初心者を支援するシステムの場合は、そのスキルの低さを補助するために音楽的でない情報を用いて、システムとの円滑なやりとりを実現するのが良いだろう。

### 3.6 環境、インターネット

従来の音楽システムは、スタンドアローンであることが多かった。しかし今後、音楽システムという「要素」は、モバイル、ユビキタス、ウェアラブルといった多様なコンピュータ環境に取り込まれていくことが考えられる。また、インターネット等のネットワークと結び付いて、エンターテイメント、ビジネス、教育をはじめとしてさらに広範なアプリケーションを生み出していくであろう。ケータイの着メロ、インターネットカラオケ等はその一例と言って良い。

人の生活において音楽をより身近な存在とし、人が積極的に音楽を利用する社会や環境を作り出すために、ネットワークや多様なコンピュータ環境も重要な「要素」であり、今後は、音楽システムという要素をそれらと密接に組合わせていくことが望まれ

る。ただし、ネットワークを使うこと及び多様なコンピュータ環境と組合わせることが、研究目的に対して本質的な貢献をしているかどうかは、常に意識する必要がある。例えば、単に既存のアプリケーションをJavaで再実装しただけでは本質的な貢献にはならないことに留意したい。

## 4 評価

例えはある音楽システムを試用した際に、生の楽器を演奏したりコンサートを楽しむ程面白くない、使い始めてもすぐ飽きてしまう、より良い音楽を自分で生み出しているという手応えの感覚が味わえないということをユーザが感じたとしよう。すると、その音楽システムの改善すべき点を同定するために評価を行う。しかし、人が主觀に基づいて音楽システムの評価を行うのは一般に困難であると考えられている。その理由としては、評価の安定性が低い、感性や嗜好において個別性が著しい、出力された音楽からシステム内部の処理を正確に推定することが難しい、実験に際してパラメータの制御が難しい等がある。

従来の科学や工学で採用されている分析的あるいは定量的な評価が通用する音楽システムもあれば、そうでない音楽システムも存在する。これら評価に関する問題点をどのように解決するか、音楽システムに適した評価の枠組をどのように構築するかは、新たな研究テーマであると言っても過言ではないだろう。

### 4.1 評価は必要不可欠ではない

我々は、定量的な評価をどんな場合でも欠かすべきではない、或は心理実験は不可欠であるなどと主張するものでは決してない。提示したい成果や結果には、それにふさわしい表現の方法というものがあり、ある種の定量的な評価が適切な場合もあれば、むしろ哲学的な考察を加えることが適切な場合もある。例えば、分野は異なるが、プログラミングにおけるオブジェクト指向という考え方の有用性を提示した際の方法論は、決して心理実験ではなかったのである。さらに我々は、コンピュータ音楽研究コミュニティにある種の「おおらかさ」も要求したいと思う。それは、新規性と発展性に富み実際に動作する音楽システムが開発された(信じられる)時は、たとえそれが不完全な評価あるいは評価無しで発表されたとしても、研究の第一歩として我々は受け入れるべ

きではないかということである。そうして、その研究の評価をコミュニティ全体で引き受ける余裕がある良いのではないかと考える。

## 4.2 評価の 4 つの視点

実際に評価を行う場合、音楽システムのどの部分を評価するかによって、その目的や方法論、得られる知見は異なってくる。以下 4 つの視点から議論する。

**システム改良のための分析的な評価:** これが評価を行う最も重要な理由であろう。システムの動作をできるだけ正確に開発者が把握し、改良すべき点を分析的に特定し改良する。そのために、出力合成プロセスの途中経過も出力する(説明する)機能が必要となる。一般に大量のデータが出力されるので、うまく可視化するなどの工夫が必要であろう。改良すべき点を分析的に特定するには、システム開発者がその途中出力や出力結果を見て自身の内観に照らし合わせるという作業が基本である。

こうした評価を体系的かつ効率的に行うには正解データ(理想的な出力)を用意するとよい。現状では、そのような正解データが提供された共通の音楽データベースではなく、研究者が個別に用意、作成しなければならないのが現状である。研究を進める上で共通データベースが重要であるような他分野(例えば音声認識)では、こうしたデータベースの整備により大きく研究開発が進展したことを考えると、今後音楽情報処理コミュニティ全体として、音楽データベースの整備を進めていくことが急務である。

また、入力や事前にシステムに与えられたデータ・知識と、出力との関係は、相対的な場合が多い。例えば事例に基づく推論における事例ライブラリと出力の関係は相対的であり、注意が必要である。この相対的な関係を考慮した評価を行わないと意味のある評価結果を得ることが難しくなる。

**評価対象(個々の要素技術)の区別:** 一般に、音楽システムは幾つかの要素技術を用いて構築される。従って、個々の要素技術が適切に選ばれているか、要素技術の組合せ方は適切であるかを、可能な範囲で評価、検証するとよい。それを可能にする有効な手段の一つに、システムをできるだけモジュラに実装することが挙げられる。これにより、ある機能モジュールを交換することで比較・評価が容易になるだけ

なく、システムをアップグレードしていく際にも効果的である。

**一般の人による全体評価:** 音楽システムを、学習データや内部に格納された事例等も含めて全体として評価することである。音楽情報処理コミュニティを含む世の中一般にその判断を委ねる。具体的には、Java 等の可搬性汎用性に優れた言語により実装し web 上で公開したり、システムを free でダウンロードできるようにしたりする方法があろう。

この評価方式では、システムの細かい点までは評価できない。例えば、事例に基づくシステムの出力は、本来なら事例に対して相対的に比較評価すべきだが、この方法論では無視されてしまう。

**質の高い出力が生成できているか:** 音楽のように感性、芸術性、嗜好性の要素が強い対象では、100 人中 99 人が好ましくないと言い 1 人だけが好ましいと言うような出力には意義が無いとは言いきれない。音楽的に質が高いというのは主観的かつ個別的な概念であり、判断は非常に難しい。そのような出力を無視しない評価法を確立する必要がある。

しかし、どのような音楽システムにも意義があるというのは行きすぎた拡大解釈である。音楽に対してある個人が嗜好を持つこと自体には何の問題も無いが、個人的嗜好に関する満足と、その音楽システムが具現している真に有用なアイデアに関する満足は峻別しなければならない。

## 5 おわりに

これまで述べてきたように、工学的な観点からは音楽特有の様々な検討課題があるとは言え、そもそも音楽システム作りはそれだけで純粹に楽しく、完成したシステムを自ら操作したり使うことに魅せられている研究者も多いであろう。だからこそ、上で触れたように、個人的嗜好の満足感とその音楽システムが具現している真に有用なアイデアに関する満足感は健全に区別する必要がある。これはまず、その音楽システム作成が生み出した本質的に新しい技術を抽象化、モデル化し、その音楽システムを実装するために利用した既存技術の利用法(具体化法)を正確に認識、理解することから始まる。この抽象化、モデル化、具体化する時に重要な役割を果たすのが内観である。

音楽システムの場合、暗黙性、定義の曖昧さ、主観性(個別性)という性質を持つ音楽データや音楽知識を扱うので、一般に内観することは難しい。内観をする際に気をつけるべきは、数学的言葉で記述すること、プログラムやアルゴリズムが記述できる程度に定式化すること、他の人が検討でき反駁できるように理論を提示することである。これらの点に気をつけることで、音楽システムが具現している真に有用なアイデアに到達することができよう。

著者らは、音楽システムの作成は音楽そのものの魅了と相まって非常に魅力的で実りの多い研究分野であると信じている。さらにより多くの研究者がこの分野に参入し、音楽情報処理が今後ともさらに発展することを願っている。

## 参考文献

- [1] Dannenberg, R., Music Representation Issues, Techniques, and Systems, *Computer Music Journal*, Vol.17, No.3, pp.20–30 (1993).
- [2] 平賀譲, 音楽認知への計算的アプローチとその課題, 情報処理学会誌, Vol.35, No.9, pp822–829 (1994).
- [3] Working Notes of the IJCAI-97 Workshop on Issues in AI and Music, IJCAI and JSAT (1997).
- [4] 平田圭二, IJCAI'97 ワークショップ「AIと音楽における課題 – 評価」の開催報告, 情報処理学会 音楽情報科学研究会, 97-MUS-22 (1997).
- [5] 平田圭二, 音楽知プログラミングの扉を開く, NTT コンピュータ音楽シンポジウム II – 創る 考える 音に遊ぶ –, NTT コミュニケーション科学基礎研究所, pp10–14 (2001).
- [6] 片寄, 後藤, 堀内, 松島, 村尾, 志村, 菜, 平田, パネル討論会「コンピュータサイエンスとしての音楽情報処理」の報告 (第 52 回全国大会シンポジウム), 情報処理学会 研究報告 96-MUS-15, pp91–98 (1996).
- [7] 久保田晃弘, 消え行くコンピュータ, 岩波書店 (1999).
- [8] Lerdahl, F. and Jackendoff, R., *A Generative Theory of Tonal Music*, The MIT Press (1983).
- [9] Narmour, E., *The Analysis and Cognition of Basic Melodic Structures*, The Univ. of Chicago Press (1990).