

TM-0977

音楽を情報処理すること

平田 圭二

December, 1990

© 1990, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03)3456-3191 ~ 5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

音楽を情報処理すること

平田 圭二

1991 年 1 月

1 はじめに

人間は、現在まで様々なジャンルの音楽を創造して来た。音楽の聴き方や捉え方は、個人によって全く異なっている。音楽と文化・社会は密接に関係しており、音楽そのものだけを取り出して語るのは不可能である。一口に音楽と言っても、その意味する範囲は非常に大きく、音楽を明確に定義することなど到底不可能であろう。強いて言えば、「人間が何千年もかけて進化させてきた理性と感性の産物の一つ」という所だろうか。しかし計算機は形式的・確定的なものしか受け入れられない。では「音楽を情報処理すること」は可能なのだろうか？そもそも「音楽を情報処理する」とは一体何をすることなのだろうか？本稿では、情報処理できるような音楽という夢を少し語ってみたいと思う。

2 音楽のための計算機

まず、現在の「音楽情報処理」を概観してみよう。すると

- (1) 人間が音楽を聴く時の処理を模倣するための計算機
- (2) 作曲家、演奏家としての人間や

楽器等音楽を生成する過程を模倣するための計算機、という大きく2つの用途があることに気付く。

たとえば、人間の音楽認識の仕組みを探るために、モデルを組み立て、(計算機を用いて) 検証する分野を取り上げてみよう。そのモデルを構成するルールやパラメータの値を得るために直接的に心理実験を行う方法もあれば、そのルールやパラメータを用いて実際に自動演奏をさせてみてルールやパラメータの妥当性を確認する方法もある (analysis by synthesis)。しかしそれらを基にモデルを組み立ててみても、所詮は、巨大なシステムのほんの一部を表層的に模倣しているに過ぎない。そしてモデルの振る舞いを詳しく検討していくと、結局、根元的に人間が持つ知識処理の構造を探し出す問題や部分情報の問題といった、現在人工知能や認知科学で論じられているような問題に帰着してしまうだろう。これは、音楽が人間の理性、感性の産物である以上当然であろう。

次に自動演奏システムを考えてみよう。まずショパンやモーツァルト等の楽譜をシステムに与えるのだが、その音符の長さや強さを機械的に解釈して演奏させても、普通我々はそれを良い演奏とは感じない。そこで演奏に適切なメリハリを付加するために、演奏家の知識を予めルールの形で記述しておいたり、ニューロネットなどに模範演奏を記憶させておいたりする。ここでは、どれだけより細かく場合分けを行うか、ある特定の楽譜パターンに対する演奏情報をいかに適切に設定しておくか、が演奏の質を決定する。しかし計算機は、人間と同様のレベルまで理解・認識してメリハリを付加している訳ではない。

また、ライブ演奏を目標とする自動演奏(合奏)システムもある。それは演奏者が演奏中に計算機に動的にフィードバックをかけ、マン・マシンインタラクションを実現するものである。演奏者の意思を実時間で計算機に伝えるために、どのようなハードウェアを用意しどう操作するか、入力されたそれらのデータを計算機はどう解釈し反応するか、がシステム設計のポイントである。しかし、提供されるユーザインタフェースの設計は、従来の楽器操作法を参考に恣意的に決められることが多く、その楽器操作に対する反応も、アドホックにルールベースで記述したりニューロネットで学習させるものが殆どである。

筆者の印象では、現在の計算機システムが、音楽を情報処理しているとはとても思えない(それが情報処理技術の未熟さから来るのか、あるいは音楽自身の持つ困難さによるものなのかは分からないが)。このような状況では、計算機に音楽情報処理(のようなこと)を行なわせても、人間に利益をもたらすことは期待できない。いずれにしても、現在の音楽を情報処理する分野の研究者たちは、これから何をすべきなのか暗中模索している状態であり、行き詰まっているように感じられる。

3 計算機のための音楽

今までの音楽の捉え方では、人間の理性や感性の産物としての音楽が、感情、雰囲気等に関する情報の流れを制御していた。そして我々は、そのような芸術としての音楽を計算機の操作対象に据え、音楽の持つ意味を探ろうとしていた。しかし、もし今の状況が音楽自身の持つ困難さからもたらされているとしたら、最初にも述べた次のような一連の問い——果たして音楽は計算機で扱えるほど形式化できるのだろうか、果たして音楽は科学の対象になり得るのか、感性の産物であるような音楽が普遍的な法則を持っているのか——には否定的にならざるを得ない。やはり「音楽を情報処理すること」は不可能なのか。

そこで筆者は、30年後の音楽情報処理に次のような可能性を考える。一旦、理性や感性の産物としての音楽は忘れて、計算機で扱える情報を送る器・媒体として音楽・音を捉え直すことを提案したい。プログラミング言語、図形、動作などと同様に、芸術性という側面を捨てて、計算機と人間のインタフェースのために計算機のための音楽を新たに構築するのである。つまり、計算機で操作できるように音楽というものを新しく定義し直し、計算機向きの新たな意味を付与するのである。(これに音楽という言葉を用いるのが適切かどうか分からないが、筆者にとっての音楽とはそういうものである。) 卑近な例で恐縮だが筆者の知人に π を歌う人物がいる。彼は 0 から 9 をドからラに半音ずつ対応させて、3.1415... を *Eb Db E Db F* ... と百数十桁まで暗譜で楽々と歌うことができる(かつては千桁まで歌えたそうであるが)。これが数字の列だったらとても記憶し切れなかっただろう(彼ならできたかも知れないが)。この例などは、芸術としての音楽の側面を捨象しても、音楽は道具として使えるということを示唆している。

では、次に計算機のための音楽はどのように構築していくかを考えよう。ここで、音楽という情報伝達媒体と人間との関係が持つ特徴を思い付くまま幾つか挙げてみる。

- (1) 時間方向・周波数方向に広がりを持っている
- (2) 音程、音量は相対的である(絶対的な面も一部あるが)
- (3) 時間的、周波数的な繰り返し構造が頻繁に出現する
- (4) 協和・不協和という認識が存在する
- (5) 長い曲でも記憶できる
- (6) 構造どうしの類似性(相違)がすぐ認識できる

等である。上述の特徴を活かし、これらに対応するような(数学的な)モデルを作り、その上の演算が定義できれば、音楽を用いて計算を行うことが可能になる。これを音楽計算(musical calculus)、音楽代数(musical algebra)と呼ぼう。1つの曲は musical term として表現される。musical term を「聴く」ことは、必ずしも musical term を左から右に読むことに対応しなくともよい。計算することと実際の曲との対応には2つ考えられる:

(a) 曲の列が計算過程である場合と

(b) 曲そのものが計算である場合。

(a) においては、計算途中の状態が musical term として表現される。計算が進むということは、musical term にある演算が施され、別の musical term が生成されて行くことに等しい。(b) においては、計算過程全体が1つの musical term として表現される。構成的型理論とのアナログで考えれば、formulas as types は即ち musical terms as types であり、type inference の過程が musical term における deduction と見なせる。musical term を聴くことは、証明の行われる様子を曲として聴きとることである。計算の進行と曲の進行は、必ずしも時間的に対応していなくともよい。

すると、音楽の使い途として様々な可能性が開けてくるだろう。まず、音楽を用いた新しいユーザインタフェースとしての可能性がある。マウスを動かす代わりに、キーボード(鍵盤)を弾いたり口笛を吹けば良いのである。プログラムを書く代わりに、曲を弾くのである。また、音楽で“ $1+2=3$ ”という計算が表現できるなら、頭の中で“ $1+2=3$ ”という曲を思い浮かべることができよう。ソロバンで暗算するかわりに音楽で暗算ができるようになれば、 π を1万桁ほど暗算で計算して歌うことができるようになるかも知れない。高尚な所では、ゲーデルの consistency-proof for arithmetic を曲に翻訳して鑑賞できるかも知れない。

4 おわりに

本当に夢のような話になってしまったが、結局は、どんな数学的モデルを構築するかという点が問題である。音楽の特徴をとらえたモデルと言っても、恣意的でなく trivial でないモデルを探すのは大変困難であろう。従来の古典西洋音楽を基礎とした音楽理論以外にも目を向ける必要があろう。また、人間の行っている音楽情報の処理機構や音楽の認識過程について、さらに深い知見が要求されよう。本稿が、未来の音楽情報処理へのヒントとなれば幸いである。

謝辞

常日頃から貴重なご意見を頂く音楽情報科学研究グループのメンバ諸氏、ICOT の研究員の方々に感謝致します。