

## 音楽データを対象としたイメージ検索のための感情価の自動生成

佐藤 聡      菊地 幸平      北上 始  
広島市立大学情報科学部

〒 723-3192 広島市安佐南区大塚東 3-4-1  
Email:akira-s@its.hiroshima-cu.ac.jp

現在、様々なメディア情報が電子化されており、それらの検索システムに対する要求が高まってきている。本稿では、音楽作品を対象として、イメージによる検索システムにおいて利用可能な感情価を自動生成する方式を提案する。感情価とは、心理学分野にて提案されている音楽作品のもつ感情的側面を表すものである。この感情価は心理実験を行って求めるため、新たな音楽作品の感情価を求めるコストは高い。本稿では、すでに感情価の求められている音楽作品の楽譜情報と感情価との関係を求め、新たな音楽作品の感情価を求める計算式を定めた。これにより、様々な音楽作品がイメージによる検索システムの検索対象とすることが可能となる。

### A Creation Method of an Affective Value of Musical Piece for Impression Search

Akira SATO, Kouhei KIKUCHI and Hajime KITAKAMI  
Hiroshima City University, Faculty of Information Sciences

3-4-1, Ozuka-Higashi, Asaminami-ku, Hiroshima, 731-3292, JAPAN

Needs to search systems for media data are also increasing, as various media information are digitized. In this paper, we propose a creation method of affective value of music piece for impression search. In general, the cost of fixing affective values is expensive, because affective values are results of psychological experiments. We analyze a relation between an affective value and a feature value of musical pieces. This feature value is defined based on contents of digital information such as Standard MIDI File. We derive a transformation from the feature value to the affective value. By using this transformation, we can include new musical pieces into impression search system.

## 1 はじめに

近年、データ検索の対象として音楽作品を対象とした研究が広く行われるようになった。音楽データベースから曲を検索する方法としては、その曲に付随する情報(曲名、演奏者名、作曲者名など)をキーワードとして検索する方法、メロディの一部をハミングなどで与え、それらをキーワードとして検索する方法が一般的である。これらの方法は、利用者が欲しい音楽作品に関して何らかの情報をあらかじめ知っていなければ検索できない。

また、情報のマルチメディア化が進むに従い、マルチメディアコンテンツ作成に必要なメディアデータの入手が容易に行える環境が整備され、各個人によるマルチメディアコンテンツの生成が可能となりつつある。そのような状況では、音楽作品そのものを知らなくても、ある画像のBGMとして最も相応しい曲を探すといった、自分が思い描くイメージに近い音楽作品の検索が可能なシステムの要求が高まると思われる([1, 2, 3])。

一方、音楽心理学の分野において、音楽のもつ感情的な側面を中心にして、音楽が人間生活においてどのような役割を果たすのかを認知心理学的に考察する研究が行われている[4, 5]。参考文献[5]において、感情操作の手段として音楽を利用するための研究が行われており、音楽作品が持つ感情的な側面である感情価(affective value)と、その音楽作品を聴くことで喚起された感情反応との関連が示されている。さらに、音楽作品の感情価を測定するための尺度の提案、および、その感情価測定尺度を用いて実際に多数の音楽作品の感情価の測定結果が報告されている[6]。我々は、この感情価を用いることにより、イメージによる音楽データの検索が可能であると考えている。

参考文献[5]では、心理実験により感情価を求めている。この方法では、1つの音楽作品の感情価を求めるために、高いコストがかかる。したがって、低いコストにて感情価を求める方式の実現が重要となる。

本研究では、低いコストで感情価を求める一つの方法として、音楽作品の電子化されたデータから感

情価を自動的に生成する方式について提案する。

現在では、多くの音楽作品が電子化されており、これらの電子化された音楽作品は計算機による処理が可能となる。したがって、電子化された音楽作品から音楽的特徴を抽出し、その特徴量から感情価を計算により求めることより、感情価を求めるコストを低くすることが可能となる。本研究では、参考文献[6]において示されている音楽作品の感情価と、その音楽作品の電子化データから抽出した特徴量群との関係を求め、特徴量から感情価を求める変換式を生成する。これにより、感情価の求まっていない音楽作品の感情価を計算により求めることが可能となる。

このような感情価を用いたメディアデータ検索システムにおいては、検索システムの検索精度に大きな影響を与える。しかし、我々は、感性語によるマルチメディアデータ検索システムの実現においては、個々人の感性の差などをシステムが反映できる様に実現しなければならないと考えている。すなわち、利用者個人を対象とした感情価の学習システムが必要であると考えている。したがって、検索精度の向上には、感情価生成方式の正確性の向上と学習システムによる検索精度の向上の双方が必要であると考えている。感情価生成方式については、心理学的側面、音楽解釈の側面など、いろいろな点を考慮すべき点があるため、様々な生成方式が存在すると思われる。本稿では提案する方式は、その1つの方式であるとみなすことができる。

## 2 音楽作品の感情価

感情価とは、音楽作品の感情的性格を表すものであり、「ある音楽作品がどのような感情的性格をどの程度持っているのかと言った、感情的性格の種類と量を表すもの」と定義されている。この感情価は、その音楽作品を聴取した人がその作品の感情的性格をどのように認知したかにかかわるものである[5]。

参考文献[5]では、音楽作品の感情価を求めるための感情価測定尺度が提案されている。この提案では、音楽作品の感情価は、高揚・抑鬱、親和、強さ、軽さ、荘重の5因子から構成される<sup>1</sup>。表1に音楽の感情価測定尺度を示す。

参考文献[5]の著者は、その著書[6]にて、この感情価測定尺度を用いたクラシック音楽作品90曲に対する感情価の測定結果を公表している。この測定は、CDに記録された音楽作品を被験者に聴取させ、感情価測定尺度の各々に対してスコアを付ける作業を行う方式を取っている。この測定結果は被験者の作業結果を統計的にまとめたものであり、5因子のそれぞれに4から20までの範囲の値が与えられている。すなわち、90曲の音楽作品に関して、感情価

<sup>1</sup>高揚と抑揚は、同じ因子の正負の関係にある。

表1: 音楽の感情価評価尺度 (AVSM)(参考文献[5]より)

因子	形容詞
高揚	明るい, 楽しい, うれしい, 陽気な
抑鬱	沈んだ, 哀れな, 悲しい, 暗い
親和	優しい, いとしい, 恋しい, おだやかな
強さ	強い, 猛烈な, 刺激的な, 断固とした
軽さ	気まぐれな, 浮かれた, 軽い, 落ち着いた のない
荘重	荘厳な, 厳かな, 崇高な, 気高い

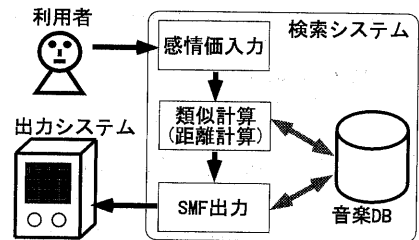


図1: 検索システムの概略図

は、5次元のベクトルとして表すことが可能である。

## 3 感情価を用いた検索システム例

各音楽作品の感情価をデータベース化し、データベース中に格納されている各感情価と、利用者が欲しい音楽作品のイメージとして入力された感情価との距離計算を行うことにより、音楽作品群に対して、利用者のイメージにより近いという順序付けが可能となる(図1)。イメージを感情価とする方法としては、参考文献[6]に示された測定実験と同様に、表1に示した形容詞群に5段階評価をつけるといった方法が考えられる。

## 4 感情価の自動生成方式

### 4.1 電子化された音楽作品

現在、電子化された音楽作品の多くは Standard MIDI File ([7], 以下 SMF と呼ぶ) という形式を用いている。この形式は MIDI 機器間でのデータ転送の形式に準じているため、この形式により記述されたデータは、MIDI 機器を用いて直接聴取することが可能である。また、この形式は、音楽作品の楽譜を電子化したデータと見なすことができる。本研究では、音楽作品の特徴抽出には、音楽作品の楽譜の情報を利用する。したがって、SMF 形式のデータを

用いることにより、音楽作品の特徴量抽出が容易に行える。

SMF形式において本研究における特徴量抽出に関連する項目を以下に示す。

- MIDI イベント

ノートオンメッセージ 指定されたチャンネル番号、音高、音量にて音を開始(発音)することを表す。

ノートオフメッセージ 指定されたチャンネル番号、音高、音量の音を消音することを表す。

- メタイベント

調号 シャープまたは、フラット記号の数、メジャー/マイナーを表す数値を用いて、調性を定める。

セットテンポ 4分音符の長さを  $\mu$  sec 単位で指定し、テンポを定める。

拍子 拍子記号の分子、分母を指定し、拍子を定める。

## 4.2 特徴量抽出

参考文献 [4] において、楽曲構造要素である「調性、テンポ、音高、リズム、和声、旋律」の6項目がどのような感情価を持っているかの測定実験結果が示されている。本研究では、この6項目に「拍子、音量、小節密度」を加えた計9項目を特徴量抽出の対象として選択した。それぞれの特徴量は0から1までの値を取るよう定めた。

### 4.2.1 旋律 (Melody)

主旋律の抽出 多声から構成される音楽作品からの旋律を抽出する方法については、かなり深い考察が必要となる。ここでは、参考文献 [8] に示されている定義を参考にして、旋律を以下のように定義した。

1. 1つの旋律は、1つの楽器にて演奏される。
2. 大きく聞こえる音列である。
3. 和音でなっているときはもっとも高い音が旋律の構成音である。

この定義を満たすように、以下に示す方法にて主旋律を抽出した。

**Step 1** 各楽器毎で和音となっている場合は、もっとも高い音のみを抽出する。

**Step 2** **Step 1**にて単音化した音列を休符で区切り、それぞれを旋律候補とする。

表 2: 推移の分類

分類	条件
上昇	第3音の音高が第1音の音高より高い。
水平	第3音の音高が第1音の音高と同じ。
下降	第3音の音高が第1音の音高より低い。

**Step 3** 同時刻に奏でられている旋律候補が複数ある場合は、各旋律候補の平均音高がもっとも大きい旋律候補を主旋律とする。

音高の推移の分類 本研究では、主旋律を構成する音列の音高の変化のパターンから特徴量を求める。主旋律を構成する隣接する3音組をその3音の音高推移を基にして上昇、水平、下降に分類する(表2)。それぞれの分類毎に、その分類に属する3音組の演奏時間(第1音の開始時刻から第3音の終了時刻までの時間)の合計値( $T_{melody}(i); 0 \leq i \leq 2$ )を求める。旋律の特徴量は、3分類毎の演奏時間の合計値の総和に対する、各々の分類の演奏時間の合計値の割合を用いる。

$$melody(i) = \frac{\sum_{j=0}^2 T_{melody}(j)}{T_{melody}(i)} \quad (0 \leq i \leq 2). \quad (1)$$

### 4.2.2 調性 (Key)

調性は主音12種と長・短調との組合せ計24種に分類される。本研究では、SMFのメタイベントの調号データから調性を判断する。24種の調性の各々について、その調性となっている演奏時間の合計( $T_{key}(i); 0 \leq i \leq 23$ )を求める。調性の特徴量は、各調性について、音楽作品全体の時間に対するその調性の時間的割合を用いる。

$$key(i) = \frac{T_{key}(i)}{\sum_{j=0}^{23} T_{key}(j)} \quad (0 \leq i \leq 23). \quad (2)$$

また、短調、長調と大きく2種に分類した場合の時間を用いた特徴量( $key$ (“短調”),  $key$ (“長調”))も求めた。

### 4.2.3 テンポ (Tempo)

音楽理論において、テンポとは、1分間に演奏される4分音符の数を表す。このテンポはテンポ記号を用いて12段階に分類される(表3)。本研究では、SMFのメタイベントのセットテンポデータからテンポの種類を判断する。12種のテンポの各々について、そのテンポにて演奏されている時間の合計( $T_{tempo}(i); 0 \leq$

表 3: テンポ記号

テンポ記号	範囲	
	最小値	最大値
Grave	0	51
Largo	52	63
Lento	64	75
Adagio	76	87
Andante	88	99
Andantino	100	111
Moderato	112	123
Allegretto	124	135
Allegro moderato	136	147
Allegro	148	159
Vivace	160	171
Presto	172	184

表 4: 拍子の分類

分類	拍子
単純拍子	2 拍子
	3 拍子
	4 拍子
複合拍子	6 拍子
	9 拍子
	12 拍子
混合拍子	5 拍子
	7 拍子
	8 拍子

$i \leq 11$ ) を求める。テンポの特徴量は、各テンポについて、音楽作品全体の時間に対するそのテンポの時間的割合を用いる。

$$tempo(i) = \frac{T_{tempo}(i)}{\sum_{j=0}^{11} T_{tempo}(j)} \quad (0 \leq i \leq 11). \quad (3)$$

#### 4.2.4 拍子 (Caence)

音楽理論において、拍子は 9 種あり、それらは、単純拍子、複合拍子、混合拍子の 3 種に分類できる (表 4)。本研究では、SMF のメタイベントの拍子データから拍子を判断する。9 種の拍子の各々について、その拍子にて演奏されている時間の合計 ( $T_{cadence}(i); 0 \leq i \leq 8$ ) を求める。拍子の特徴量は、各拍子について、音楽作品全体の時間に対するその拍子にて演奏されている時間的割合を用いる。

$$cadence(i) = \frac{T_{cadence}(i)}{\sum_{j=0}^8 T_{cadence}(j)}. \quad (4)$$

また、単純拍子、複合拍子、混合拍子と大きく 3 種に分類した場合の時間を用いた特徴量 ( $cadence$ (“単純”),  $cadence$ (“複合”),  $cadence$ (“混合”)) も求めた。

#### 4.2.5 音高 (Pitch)

本研究では、主旋律を構成する音符列、および、音楽作品を構成する音符列の各々に対して、音符の長さを考慮した平均音高 ( $\overline{P}_{main}, \overline{P}_{all}$ ) を計算した (式 (5), 式 (6))。

$$\overline{P}_{main} = \frac{\sum_{j \in N_{main}} pitch[j] \times length[j]}{\sum_{i \in N_{main}} length[i]}, \quad (5)$$

$$\overline{P}_{all} = \frac{\sum_{j \in N_{all}} pitch[j] \times length[j]}{\sum_{i \in N_{all}} length[i]}. \quad (6)$$

ただし、

$N_{main}$  : 主旋律を構成する音符の集合、

$N_{all}$  : 音楽作品を構成するすべての

: 音符の集合、

$pitch[i]$  : 音符  $i$  の音高、

$length[i]$  : 音符  $i$  の長さ。

音高の特徴量としては、SMF にて規定されている最高音高にて、平均音高を割ることにより、0 から 1 までの範囲の値となるように正規化した値を用いた。

$$pitch_{main} = \overline{P}_{main}/127, \quad (7)$$

$$pitch_{all} = \overline{P}_{all}/127. \quad (8)$$

#### 4.2.6 リズム (Rhythm)

音楽理論上、拍子記号の分母となる音符長が基本のリズムを構成する音符長になる。本研究では、リズムを構成する音符の長さ注目し、拍子記号の分母となる音符長を基準にして、長い音符によるリズム (荒い)、短い音符によるリズム (細かい)、それ以外 (標準) によるリズムの 3 種に分類する。

本研究では、主旋律を構成する音符列の各々を拍子記号の分母となる音符長を基準として、2 倍の長さ以上の音符、2 分の 1 以下の長さの音符、それ以外の音符に分類し、各分類毎に音符群の長さの合計値 ( $T_{rhythm}(i); 0 \leq i \leq 2$ ) を求めた。リズムの特徴量としては、主旋律全体の時間に対する各分類毎の音符の合計値の割合を用いた。

表 5: 協和

分類	分類
協和音程	完全 1 度・完全 8 度
	完全 5 度
	完全 4 度
	長 3 度
	短 3 度
	長 6 度
	短 6 度
不協和音程	長 2 度
	短 2 度
	増 4 度・減 5 度
	長 7 度
	短 7 度

$$rhythm(i) = \frac{Trhythm(i)}{\sum_{j=0}^2 Trhythm(j)} \quad (0 \leq i \leq 2). \quad (9)$$

#### 4.2.7 協和 (Harmony)

協和 (ハーモニー) とは、複数の音が同時に響き合っている時のことをいう。音楽理論において、2 音間の関係は 12 種に分類されている (表 5)。

本研究では、同時刻に演奏されている複数の音符群の 2 音の組み合わせすべてを 12 種の組み合わせに分類する。ここで、同時刻に演奏されている音符群とは、拍子記号の分母である基本音符長を単位として、その単位時間内に演奏されている全ての音とする。すなわち、基本音符長より短い音符は無視する。本研究では、各々の組み合わせが出現する回数 ( $C_{harmony}(i), 0 \leq i \leq 11$ ) を求めた。協和の特徴量としては、各組み合わせ毎の出現回数の、すべての組み合わせの出現回数の割合を用いた。

$$harmony(i) = \frac{C_{harmony}(i)}{\sum_{j=0}^{11} C_{harmony}(j)} \quad (0 \leq i \leq 11). \quad (10)$$

また、協和音程、不協和音程と大きく 2 種に分けた場合の組み合わせを用いた特徴量 ( $harmony$ (“協和”),  $harmony$ (“不協和”)) も求めた。

#### 4.2.8 音量

本研究では、主旋律を構成する音符列、および、音楽作品を構成する音符列の各々に対して、音符の長さを考慮に入れた平均音量 ( $\overline{V}_{main}, \overline{V}_{all}$ ) を計算した (式 (11), 式 (12))。

表 6: 小節密度

項目名	小節内の音符数
高い	基本数の 2 倍以上
やや高い	基本数以上, 基本数の 2 倍未満
標準	基本数
やや低い	基本数の 2 分の 1 以上, 基本数未満
低い	基本数の 2 分の 1 未満

$$\overline{V}_{main} = \frac{\sum_{j \in N_{main}} volume[j] \times length[j]}{\sum_{i \in N_{main}} length[i]} \quad (11)$$

$$\overline{V}_{all} = \frac{\sum_{j \in N_{all}} volume[j] \times length[j]}{\sum_{i \in N_{all}} length[i]}. \quad (12)$$

ただし,

$volume[i]$  : 音符  $i$  の音量。

音量の特徴量としては、SMFにて規定されている最高音量にて、平均音量を割ることにより、0 から 1 までの範囲の値となるように正規化した値を用いた。

$$volume_{main} = \overline{V}_{main}/127, \quad (13)$$

$$volume_{all} = \overline{V}_{all}/127. \quad (14)$$

#### 4.2.9 小節密度

音楽理論において、各小節の長さは、拍子の分母に示す基本音符が拍子の分子の数 (基本数と呼ぶ) 分の長さに等しい。本研究では、小節密度とは、1 小節にどれだけの音符が詰まっているかを表す量とする。すなわち、1 小節内に音符が基本数以上であるときは小節密度が高いといい、基本数以下であるときは低いとする。本研究では、音楽作品の各小節に含まれる音符数によって表 6 に示すように分類した。本研究では、主旋律の構成する各小節を対象にして、小節密度の分類に属する小節数 ( $C_{density}(i); 0 \leq i \leq 4$ ) を調べた。小節密度の特徴量としては、各分類に属する小節数の全体の小節数に対する割合を用いた。

$$density(i) = \frac{C_{density}(i)}{\sum_{j=0}^4 C_{density}(j)} \quad (0 \leq i \leq 4). \quad (15)$$

### 4.3 変換式の導出

特徴量群と感情価との関係は線形であると想定して重回帰分析を行う。すなわち、その特徴量群を目的変数、感情価の5因子のそれぞれを目的変数として、変数増加法による重回帰分析を行い、感情価の5因子のそれぞれの値を求めるために必要となる説明変数の選択および、その係数を定める。

## 5 実験

### 5.1 変換式の導出実験

参考文献 [6] において感情価を求めている音楽作品の中、Web 上から取得可能な 39 曲の各々に対して、前章にて述べた特徴量群を抽出して、変換式を導出した。このとき、統計処理ソフトウェアとして R[9] を用いた。その結果を表 7, 表 8, 表 9, 表 10, および表 11 に示す。

### 5.2 導出された変換式の評価実験

導出された変換式を評価するために、参考文献 [6] と同様に心理実験により求めた感情価と提案方式により求めた感情価との比較を行った。

**環境** 広島市立大学の学生 18 名を被験者として、Web ブラウザから SMF 形式のサンプルデータを 1 曲ずつ聴取させ、スコアをメールにて送信してもらった。このとき、被験者には、書誌情報から受ける印象を与えないように、作曲者名、曲名等の表示を行わずに音楽作品を聴取させた。実験には、表 12 に示す 10 曲のサンプルデータを用いた。

表 7: 高揚を求めるための説明変数と係数

説明変数 (特徴量)	係数
(定数項)	11.5192514
<i>tempo</i> ("Presto")	5.9037958
<i>cadence</i> ("2 拍子")	0.9302676
<i>tempo</i> ("Andantino")	3.7765913
<i>tempo</i> ("Lento")	6.0450468
<i>melody</i> ("下降系")	-7.2139818
<i>key</i> ("F minor")	-25.5803386
<i>key</i> ("G# major")	5.8690740
<i>key</i> ("D major")	2.6561556
<i>key</i> ("C# minor")	46.4192869
<i>cadence</i> ("8 拍子")	232.4272927
<i>key</i> ("A# major")	-6.1428938
<i>pitch<sub>main</sub></i>	2.6192979
<i>tempo</i> ("Vivace")	36.9334488
<i>cadence</i> ("混合")	-223.4127927

表 8: 親和を求めるための説明変数と係数

説明変数 (特徴量)	係数
(定数項)	12.18500928
<i>density</i> ("高い")	-8.01328832
<i>density</i> ("標準")	10.69821777
<i>key</i> ("E minor")	-14.97755787
<i>cadence</i> ("12 拍子")	-6.50421772
<i>rhythm</i> ("荒い")	4.31310530
<i>key</i> ("B major")	12.31307158
<i>melody</i> ("上昇系")	-6.12105653
<i>key</i> ("F major")	-2.89562853
<i>key</i> ("G# major")	-9.44826564
<i>tempo</i> ("Allegretto")	13.45239422
<i>tempo</i> ("Largo")	7.55505414
<i>key</i> ("F# minor")	-12.62214681
<i>tempo</i> ("Andante")	-2.03946060
<i>harmony</i> ("増 4 度")	-7.44791662
<i>volume<sub>all</sub></i>	6.03832842
<i>harmony</i> ("完全 1 度")	-2.18100263
<i>key</i> ("C# minor")	0.34480547
<i>cadence</i> ("4 拍子")	0.00456768
<i>key</i> ("B minor")	2.65654268
<i>key</i> ("C major")	-1.90394932
<i>harmony</i> ("長 6 度")	-15.36293570
<i>density</i> ("やや高い")	-4.02385662
<i>pitch<sub>all</sub></i>	0.80939382
<i>rhythm</i> ("標準")	-1.61581605
<i>cadence</i> ("5 拍子")	1.51280309
<i>tempo</i> ("Vivace")	-17.99084138
<i>tempo</i> ("Andantino")	-0.97032202
<i>key</i> ("A# major")	-0.13133791
<i>cadence</i> ("6 拍子")	-0.86227746
<i>melody</i> ("下降系")	-2.58168962
<i>harmony</i> ("短 6 度")	4.87409967
<i>density</i> ("低い")	0.45872270
<i>key</i> ("D# major")	-0.40887399
<i>key</i> ("G major")	-0.13276664
<i>harmony</i> ("完全 4 度")	0.79627603

表 9: 強さを求めるための説明変数と係数

説明変数 (特徴量)	係数
(定数項)	5.409141
<i>tempo</i> ("Allegro")	7.428834
<i>cadence</i> ("単純")	3.100272
<i>key</i> ("E minor")	13.325511
<i>density</i> ("標準")	-6.665652
<i>harmony</i> ("完全 1 度")	2.156791
<i>rhythm</i> ("荒い")	-2.484647
<i>key</i> ("C# minor")	45.516976
<i>key</i> ("F minor")	2.253872
<i>density</i> ("高い")	4.146940
<i>key</i> ("minor")	-3.436453

### 5.2.1 実験結果

サンプルデータ 10 曲に対して提案方式を用いて求めた感情価と、心理実験の結果から得られた感情価を表 13 に示す。

2 章にて述べたように、感情価は 4 から 20 までの範囲の値を取る。提案方式により求めた感情価がこの範囲内となった割合は 60% となった。

表 10: 軽さを求めるための説明変数と係数

説明変数 (特微量)	係数
(定数項)	12.8113776
key("G# major")	0.1842272
tempo("Presto")	-3.9878388
tempo("Grave")	-2.1924275
tempo("Largo")	-3.0436354
key("F# minor")	27.7351094
volume <sub>all</sub>	4.2676723
key("F minor")	2.5760530
key("B minor")	-10.8503899
tempo("Andante")	-3.8450405
key("A# major")	1.1399834
cadence("5 拍子")	-815.7671003
pitch <sub>main</sub>	-13.9440690
melody("平行系")	5.3136867
cadence("混合")	-3.0484799

表 11: 荘重を求めるための説明変数と係数

説明変数 (特微量)	係数
(定数項)	9.130434
key("G# major")	-4.884201
key("F minor")	0.2011531
density("標準")	-10.031067
key("F# minor")	-28.324760
tempo("Largo")	2.537094
key("C# minor")	77.13484
harmony("完全 1 度")	-1.325896
key("D major")	2.294566
tempo("Allegro")	2.518245
cadence("2 拍子")	2.108113
cadence("4 拍子")	2.248485
tempo("Grave")	1.151967
key("B major")	11.76038
tempo("Moderato")	-0.2504786
key("G major")	-0.9145315
harmony("長 6 度")	6.897078
harmony("増 4 度")	-13.07665
cadence("混合")	-0.8143652
density("低い")	1.312084
tempo("Andante")	-0.5494059
key("G minor")	-28.99366
key("B minor")	7.521127
key("C major")	-0.2320112
key("F major")	0.2455629
volume <sub>all</sub>	1.357116
pitch <sub>all</sub>	-1.132045
cadence("3 拍子")	0.5044810
cadence("6 拍子")	0.5567681
tempo("Allegro moderato")	0.2269828
tempo("Vivace")	-2.285291
harmony("協和")	-0.3783980
pitch <sub>main</sub>	0.0007893475
harmony("短 6 度")	0.1172289
key("E major")	0.0130444

心理実験では、表 1 に示した形容詞群に対して、5 段階のスコアを付ける。したがって、被験者によるスコアは 1 刻みの値を取る。本実験では、実験結果である感情価と提案方式により求めた感情価との差が 0.5 以下、1 以下、4 以下となった組み合わせを

表 12: 実験に用いた音楽作品

No	作曲者	曲名
1	メンデルスゾーン	ロンドカブリチオーン
2	モーツァルト	トルコ行進曲
3	メンデルスゾーン	「無言歌集」より第 6 番 ト短調 Op.19, No.6 「ヴェネツィアの舟歌第 1」
4	モーツァルト	ピアノ・ソナタ イ長調
5	メンデルスゾーン	「真夏の夜の夢」より「序曲」
6	シューベルト	菩提樹
7	メンデルスゾーン	「無言歌集」より第 9 番 ホ長調 Op.30, No.3 「慰め」
8	モーツァルト	レクイエム ニ短調 フルオーケストラ (第 14 小節まで)
9	メンデルスゾーン	「無言歌集」より第 30 番 イ長調 Op.62, No.6 「春の歌」
10	チャイコフスキー	組曲「白鳥の湖」より「円舞曲」

調べたところ、それぞれ、5 組 (10%)、8 組 (16%)、27 組 (54%) であった。

### 5.3 考察

提案方式により求めた変換式及び評価実験には以下のような問題点が存在する。

演奏の違いによる感情価の違い 一般に、音楽作品は演奏を行う人 (団体) が異なると、それにより聴取する人への感情変化も異なるといわれている。参考文献 [6] に示されている感情価は、実演された演奏を録音したものを被験者に聞かせているが、変換式を作成するために特微量を採取した対象は SMF、すなわち楽譜情報である。その差が変換式に誤差を残していると考えられる。

変換式を求める際のサンプル数の問題 [6] ではクラシック音楽 90 曲に対する感情価が示されている。その中で Web 上から入手可能であった SMF は 39 曲であった。重回帰分析の説明変数の候補となる特微量の数は、入手した SMF の数よりも多い。したがって、すべての特微量を生かした変換式が作成できていない可能性が存在する。

それぞれの問題点を考えると、提案方式が有効であるかどうかは正確には断定しがたい。しかし、求められた値は実用不可能ではないため、変換式の導出方法は有効であると考えられ、その係数などに誤差が生じていると考えられる。変換式の精度向上のためには、上記の問題点を考慮して、SMF を用いた心理実験を再度行う必要がある。

表 13: 提案方式により求めた感情価と心理実験により求めた感情価

No	高揚		親和		感情価測定尺度 強さ		軽さ		荘重		被験者数
	計算値	統計値	計算値	統計値	計算値	統計値	計算値	統計値	計算値	統計値	
1	32.54	11.53	-3.22	10.71	16.46	10.06	5.94	9.41	18.43	11.47	17
2	17.42	13.58	13.98	14.50	9.00	7.72	-0.45	12.61	11.67	9.17	18
3	5.50	6.06	18.48	11.38	5.92	7.65	5.47	7.06	10.65	12.29	17
4	10.47	14.12	16.82	15.82	3.23	5.24	9.70	11.41	10.26	9.24	17
5	58.06	12.00	20.41	8.25	51.97	12.00	9.77	11.38	87.47	14.19	16
6	11.60	11.50	13.69	13.47	3.10	5.59	25.49	8.12	-7.73	11.59	17
7	12.99	11.06	25.06	13.38	10.86	7.44	3.10	6.81	23.77	13.63	16
8	10.45	15.50	23.00	13.25	1.97	7.13	7.17	7.13	12.28	12.13	16
9	26.80	15.56	20.69	12.81	19.62	7.25	7.77	11.56	37.72	9.19	16
10	17.81	15.25	16.19	12.64	7.02	12.36	2.99	11.86	10.82	10.36	14

## 6 おわりに

本稿では、音楽作品のイメージによる検索に用いる感情価を自動生成する方式の1方式について提案を行った。この方式では、電子化された音楽品から音楽的特徴を特徴量として数値化し、その特徴量と心理実験により求めた感情価との関係を重回帰分析を用いて求め、特徴量から感情価を求める変換式を導出した。導出された変換式を用いて新たな音楽作品の感情価を求め、評価実験を行った。

本稿において示した実験では、サンプル数が少ないため、求めた変換式が有効であるかどうかを検証するに至らなかった。サンプル数を増やして実験を行い、変換式の精度を向上させることは今後の課題とする。

本稿では、特徴量と感情価の関係は線形である想定して重回帰分析を行った。しかし、両者の関係が線形でない場合も考えられる。サンプルが多数存在すれば、相関ルール導出法などが適用可能となる。また、音色と感情との関連に関する研究[10]も行われている。本方式に音色情報の特徴量を組み込むことも可能である。より正確に感情価を求めるために、これらを適用することは今後の課題としたい。

## 謝辞

大阪学院大学 谷口高士助教授には、クラシック音楽に関する AVSM の測定結果の利用を快諾して頂き、また、本研究に関するコメントを頂きました、感謝いたします。広島市立大学データベースシステム講座の森 康真助手には、多方面でご協力頂き感謝いたします。また、楽曲分析に利用した SMF は、Web 上にて公開されていたものを利用しました。それらのデータを制作して頂いた皆様に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 辻康博, 李炯日, 星守, 大森匡. 音楽データベースにおける感情検索の試み. 情報処理学会第 52 回全国大会講演論文集第 1 分冊, pp. 433-434, 1996.
- [2] 吉野太智, 高木秀幸, 清木康, 北川高嗣. 楽曲データを対象としたメタデータの自動生成方式とその意味的連想検索への適用. 情報処理学会研究報告 DBS-116, pp. 109-116, 1998.
- [3] 池添剛, 岡西正, 梶川嘉延, 野村康雄. 形容詞対を用いた音楽データベース検索システムに関する研究. 情報処理学会第 58 回全国大会講演論文集第 2 分冊, 3G-09, 1999.
- [4] Kate Hevner. Experimental studies of the elements of expression in music. *American Journal of Psychology*, Vol. 48, pp. 246-268, 1936.
- [5] 谷口高士. 音楽作品の感情測定尺度の作成および多面的感情状態尺度との関連検討. 心理学研究, Vol. 65, No. 6, pp. 463-470, 1995.
- [6] 谷口高士. 音楽と感情. 北大路書房, 1998.
- [7] 新井純. SMF リファレンス・ブック. リットーミュージック, 1996.
- [8] 片寄晴弘, 今井正和, 井口征士. 音楽における感情情報抽出の試み. 人工知能学会論文誌, Vol. 3, No. 6, pp. 748-754, 1988.
- [9] Ross Ihaka and Robert Gentleman. R: A language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 5, No. 3, pp. 299-314, 1996.
- [10] 梅本堯夫. 音楽心理学の研究. ナカニシヤ出版, 1996.