

J-004

## 楽曲と配色間の共通印象を介したメディア変換における配色確定アルゴリズムの提案 Proposal for an Algorithm to Derive an Appropriate Color Combination for Impression of Music

杉山 裕介†  
Yusuke SUGIYAMA

川野邊 誠‡  
Makoto KAWANOBE

### 1. はじめに

古くから人間の生活には、オーディオビジュアル的な芸術が密接に関わっている。舞踊などの芸能に始まり、現在では映画や TV 番組など日常的に、音楽(音)と映像を組み合わせた作品を目にしている。

近年、音楽のネットワーク配信の普及により、Microsoft 社の Windows Media Player[1]や Apple 社の iTunes[2]に代表されるようなメディアプレイヤーを利用し、パソコンで音楽を楽しむ機会が増加している。これらのメディアプレイヤーでは、楽曲のみを再生した場合に"視覚エフェクト"と呼ばれるコンピュータが自動で生成する映像が表示される。しかし、この視覚エフェクトは、どの楽曲を再生してもプリセットされた色が同じ順序で変化するため、表示される色が楽曲の印象に合っていないと感じる人が多いことがこれまでの調査で明らかになっている[3]。これは、楽曲の印象と色の印象の差異が原因であることがわかっており、楽曲の印象と似た印象を喚起する視覚エフェクトを生成するためには、楽曲の印象に合った色で視覚エフェクトを生成する必要があると考える。そこで、本研究では、楽曲の印象に合った映像の自動生成を目指し、楽曲に対し、楽曲の印象に合った色を関連付けることを目的とする。

これまで、芸術、科学の分野において音楽(音)と色の関係について多くの研究が行われてきた。そこでは、音名と色や、調と色など音楽の構成要素同士を結びつけていることが多い[4]。これら音楽の個々の構成要素から受ける印象について調査した研究結果をもとに、楽曲の印象を表す映像を作成できるとは考えにくい。例えば、音名1つに1つの色が対応していた場合、再生する楽曲にもよるが、楽曲を再生すると次々とフラッシュバックのように色が切り替わることになる。ここでは、楽曲と組み合わせて表示する映像としては現実的ではない。

一方、楽曲と色の関係に対する研究では、1楽曲に対し1つの色が関連付けられているものが多く見受けられる[5]。楽曲は、時系列メディアである。進行に伴って楽曲から受ける印象が変化することから1楽曲を1つの色と関連付けても、色と楽曲の印象が合うとは考えにくい。

したがって、これまでの音楽(音)と色の関連性について調査した研究では、楽曲とその楽曲の印象に合った色を結び付けることが困難であると考えられる。そこで、上記問題を解決するために我々が提案したのが、「楽曲と配色間の共通印象を介したメディア変換モデル」である[3,6]。

この研究では、配色と楽曲の各々から喚起される印象の関係を調査し、音楽と配色の対応付けを求めた。提案手法によって楽曲と配色を直接結び付けるのではなく、感性レベルでの対応を求めた結果、音楽の印象に合った配色を対

応付けることが出来た。しかし、現在提案している、音楽の印象評価結果から配色を選出する手順では、最終段階で実験者の判断によって配色の選択を行っている。これでは、実験者によって選出する配色が異なる可能性が存在する。

そこで、本論文では、楽曲の印象に合った配色を選出するまでの手順について検討し、「配色確定アルゴリズム」を提案する。配色の選出過程をロジカルにすることにより、「楽曲と配色間の共通印象を介したメディア変換モデル」の計算機への実装も可能になると期待できる。モデルの詳細については、次章以降で述べる。

### 2. 楽曲と配色間のメディア変換モデル

ここでは「楽曲と配色間の共通印象を介したメディア変換モデル」及び、モデル構築で使用した楽曲と配色の各印象語について述べる。

#### 2.1. 楽曲の印象語

楽曲の印象語は、谷口高士氏による「音楽作品の感情価測定尺度項目」(以下、AVSM と称す)を使用した[7]。谷口氏は音楽作品の感情価を測定する尺度を作成するため、先行研究でよく用いられている形容語を50語収集して5段階の単極評定尺度を作り、5曲について209名に評定させた。因子分析を行ったところ、高揚、親和、強さ、軽さ、荘重の5因子が抽出された。そのうち高揚因子は高揚—抑鬱の両極性、その他の4因子は単極性であった。そこで単極性の因子からは各因子に負荷の高い項目を4語ずつ、両極性の因子からは正の高い負荷を持つ4項目と負の高い負荷を持つ4項目の8語を、それぞれ選び、計24項目からなる音楽作品の感情価測定尺度を構成した(表1)。谷口氏は、これまでにAVSMを用いて90曲について楽曲評価し、感情価のリストを作成していることから、AVSMは音楽の印象を的確に評価できるものと判断する。

#### 2.2. 配色の印象語

配色の評価語には小林重順氏と、日本カラーデザイン研究所による3色配色イメージスケールを使用する[8]。現在、「カラーイメージスケール」として「単色イメージスケール」と3色と5色の「配色イメージスケール」が存在している。その中で3色配色を使用している理由は、3色配色が「イメージの違いを表現でき、また、イメージの特徴を簡潔に捉えやすいので、配色イメージのパターン化では基本とされている」[8]からである。配色イメージスケールは、色の意味をイメージで系統立て、システム化を進めることを目的に作成され、心理学、デザインなど幅広い分野で活用されている。配色イメージスケールはSoft-Hard, Warm-Cool軸のある平面上に存在する16グループに分類された50の印象語と配色で構成されている(図1)。

†産業能率大学大学院 経営情報学研究所

‡産業能率大学 情報マネジメント学部

2.3. メディア変換モデルの構築

メディア変換モデルの構築は、各被験者に対して AVSM の各印象語グループ(6 グループ)の語感と配色イメージスケールの各印象語グループ(16 グループ)の語感がニュアンス的に近いかな否かを総当りで調査した。調査結果に対してフィッシャーの直接法両側検定による有意差分析を行い、AVSM の各印象語グループに関連する配色イメージスケールの印象語グループを決定し、マッピングテーブルとして定義した。

調査は、2 回行われた。1 回目の調査では、男女合わせて 30 人に対して行われた。2 回目の調査では 18 歳~30 歳の日本人男女 200 人にまで拡大して行われた。計 2 回の調査において作成された各マッピングテーブルには差異がほとんど見られなかったことから、作成されたマッピングテーブルは信頼度が高いと言える。

ここでは例として 6 つのうち 4 つのマッピングテーブルを示す(表 2~5)。(スペースの都合で、その他のマッピングテーブルについては省略。詳細は文献[3,6]を参照。)

3. 楽曲から配色へのメディア変換の手順

楽曲の印象に合った配色を関連付けるには、楽曲の印象評価を行う必要がある。本章では、楽曲の時系列変化に伴う印象変化を考慮し、文献[3]の評価実験における楽曲の印象評価から配色の選出までの過程について説明する。

3.1. 区間楽曲の決定

楽曲から受ける印象の時系列変化に対応するために、楽曲を複数に切り分けて印象評価を行う。本研究では、曲調の変化を感知した箇所(以下、曲調変化感知箇所)で楽曲を区切り、2 つの曲調変化感知箇所に挟まれた区間を「区間

楽曲」と定義する。

評価実験では被験者には楽曲を 1 曲通して聴取してもらう。楽曲の全体像を把握するために複数回のテスト提示をした後、被験者が曲調変化を感知した時点を記し、区間楽曲を定義する。文献[3]では、楽曲の分割には被験者全員(40 人)が曲調変化を感知した箇所を曲調変化感知箇所として定義し、区間楽曲を設定した。実験に使用した楽曲と、曲調変化感知箇所数、区間楽曲数を表 6 に示す。

3.2. 区間楽曲の印象評価

表 6 に示した 5 曲について印象評価を行った。楽曲評価には AVSM(表 1)を用いる。被験者は区間楽曲の印象について、AVSM の 24 語の印象語に対して 5 段階評価スケールで採点する。なお、評価スケールは、全くあてはまらない(1)、ややあてはまらない(2)、どちらともいえない(3)、ややあてはまる(4)、よくあてはまる(5)である。評価の際は、楽曲の印象を損ねる危険性があることから、区間楽曲毎に再生を止めることはせず、被験者には 1 曲を通して提示した。

3.3. 集計

採点された評価は、AVSM の 6 つの尺度毎に加算し集計する。この AVSM の尺度毎に加算されたものを尺度得点と称する。よって尺度得点の範囲は、4~20 点であり、尺度得点が高いほどその尺度の印象を表している。

AVSM の作者である谷口氏は音楽作品の感情価を測定する際に尺度得点 11 点以上を高い数値としてリスト化している[7]。そこで、文献[3]の評価実験においても尺度得点 11 点以上の尺度を楽曲から喚起される印象とした。また、楽曲から喚起されない印象も存在するのではないかと考え、尺度得点 4 点に該当する尺度を楽曲から喚起されない印象とした。(スペースの都合で、詳しい印象評価結果は省略。詳細は文献[3]を参照。)

3.4. 配色選出の手順

文献[3]では、区間楽曲の印象評価結果をもとに以下の手順に基づき配色を選出した。

表1 音楽作品の感情価測定尺度項目[7]

高揚因子	親和因子	軽さ因子
(高揚傾向)	恋しい	落ち着きのない
明るい	いとしい	浮かれた
楽しい	優しい	きまぐれな
陽気な	おだやかな	軽い
嬉しい		
(抑鬱傾向)	強さ因子	荘重因子
沈んだ	強烈的な	崇高な
哀れな	刺激的な	厳粛な
悲しい	強い	気高い
暗い	断固とした	おごそかな

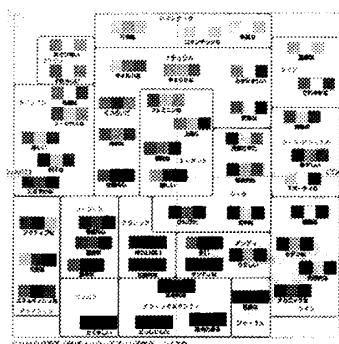


図1 配色イメージスケール[8]\*

\* (株)日本カラーデザイン研究所の許可を得て文献[8]より転載。図の著作権は小林重順氏と(株)日本カラーデザイン研究所にある。

表2 高揚と配色イメージスケール間のマッピングテーブル [3,6]

AVSM	配色イメージスケール
高揚	カジュアル
(明るい, 楽しい)	(にぎやかな, ユーモラスな, 楽しい, 派手な, 気軽な)
	フリティ
	(あどけない, 子供らしい)
	クール・カジュアル
	(青春の, 若々しい, スポーティーな)
	ロマンチック
	(可憐な, 純真な, ロマンチックな)

表3 親和と配色イメージスケール間のマッピングテーブル [3,6]

AVSM	配色イメージスケール
親和	ロマンチックな
(いとしい, 恋しい, 優しい, おだやかな)	(可憐な, 純真な, ロマンチックな)
	ナチュラル
	(マイルドな, 安らかな, 自然な, 新鮮な, みずみずしい, くつろいだ, 田園的な)
	フリティ
	(あどけない, 子供らしい)
	カジュアル
	(にぎやかな, ユーモラスな, 楽しい, 派手な, 気軽な)
	エレガント
	(フェミニンな, 上品な, 優雅な, 優しい)

表4 強さと配色イメージスケール間のマッピングテーブル [3,6]

AVSM	配色イメージスケール
強さ	ダイナミック
(強烈的な, 強い, 刺激的な)	(アクティブな, 大胆な, エネルギー溢る)
断固とした)	ワイルド (たくましい)
	ゴージャス
	(魅惑的な, 豊潤な, 豪華な)
	クラシック&ダンディ
	(本格的な, 風格のある, どっしりとした)
	フォーマル (荘嚴な)

表5 荘重と配色イメージスケール間のマッピングテーブル [3,6]

AVSM	配色イメージスケール
荘重	フォーマル (荘嚴な)
(崇高な, 厳粛な, おごそかな, 気高い)	クラシック&ダンディ
	(本格的な, 風格のある, どっしりとした)
	クラシック
	(味わい深い, ダンディな)
	エレガント
	(フェミニンな, 上品な, 優雅な, 優しい)

## [手順1]

(1) 尺度得点が4点の尺度にマッピングされている全ての配色を排除する。

(2) 尺度得点11点以上の尺度が1つで、(1)の結果、排除した残りが0となる場合は、例外措置として、その尺度にマッピングされている配色イメージスケールのグループの中から手順3に基づき選出する。

## [手順2]

尺度得点11点以上の尺度が複数存在する場合、各尺度に共通してマッピングされている配色イメージスケールのグループから配色を選出する。

(1) 該当する配色イメージスケールのグループ数が1の場合、該当するグループから手順3に基づき選出する。

(2) 該当する配色イメージスケールのグループ数が複数の場合

① 尺度得点20点の尺度が存在する場合、または全ての尺度に対して4点以上高い得点を持つ尺度が存在する場合は、該当する尺度に対してマッピングテーブルで上位に位置する配色グループから手順3に基づき選出する。

② 1に該当する尺度が無い場合は、各尺度に対するマッピングテーブルで共に上位に位置する配色グループから手順3に基づき選出する。

③ 共通してマッピングされている配色イメージスケールのグループが存在しない場合は、手順2-(2)を例外措置として適用して選出する。

## [手順3]

配色イメージスケールの各グループはお互いに離れていれば異質であり、近いものは類似のイメージを持つことから、尺度得点の高い尺度が複数存在する場合は、各尺度にマッピングされた中から、配色イメージスケール上で互いに近いグループから選出する。また、条件の許す範囲で尺度得点4点の尺度にマッピングされている配色から離れた配色を選出する。

以上の手順により、被験者40人に対して5楽曲、合計47区間楽曲について評価実験を実施したところ、得られた配色と楽曲の感覚的一致度は、全体平均82.8%と高い評価結果を得ている(表6)。このことから現在提案している配色選出の手順は、楽曲の印象に適した配色を関連付けることが可能であると言える。

表6 評価楽曲と配色選出の手順で選出した配色の感覚的一致度[3]

No.	楽曲名	曲調変化感知箇所	区間楽曲数 (評価回数)	演奏時間	感覚的一致度(平均)
1	炎のランナー	5	6	3:14	76.7%
2	四季「春」第1楽章	9	10	3:19	82.8%
3	カルメン プレリュード	6	7	2:05	85.0%
4	Eine Kleine Nachtmusik 第一楽章 ベートーベン	15	16	5:21	78.8%
5	ピアノソナタ第8番 「悲愴」第2楽章	7	8	3:18	93.4%
	全体		47		82.8%

## 4. 配色選出の方法の考察

これまでに提案してきた配色選出の手順では、手順2までを実行することで集合演算を用いて排除すべき配色を考慮して、選出の候補となる配色を絞り込んでいる。ここまでの手順はロジカルである。

一方、手順3では、配色イメージスケール上から楽曲の印象に合った配色を目視によって選出している。配色の選

出には、選出の対象となる配色と、排除すべき配色が配色イメージスケール上でどこに配置されているかを考慮し、実験者らによるブレインストーミングによって楽曲の印象に適した配色を決定している。

この手順3を定式化することによって、配色確定アルゴリズムを定義する。定式化には、配色イメージスケールの各配色が2次元の平面上にプロットされていることを利用する。配色イメージスケールの平面上において配色同士の距離は印象の近さを表す。手順3において、楽曲の印象に最適な配色を決定する際に、各配色間の距離を考慮している。そこで、各配色がプロットされている座標値を元に求めた配色間の距離を用いて計算式を構築することによって手順3を定式化する。なお、配色イメージスケールの座標情報は、(株)日本カラーデザイン研究所より提供を受けた。

## 5. 配色確定アルゴリズム構築

3.4で示した配色選出の手順は、評価結果より信頼できるものである。そこで、提案する配色確定アルゴリズムでは選出した配色がこれまでの配色選出の手順で求められる配色と同等になることを目指す。

配色確定アルゴリズムの構築は、現在提案している配色選出手順の手順3を配色イメージスケール上の距離を利用し、定式化することで実現する。具体的には、選出の対象となる配色1色ごとに他の考慮すべき配色までの距離を集計することとした。手順3では、他の選出対象となる配色との相互距離が近く、かつ排除すべき配色との相互距離が遠い配色を求めている。したがって、他の選出対象となる配色との相互距離和から排除すべき配色との相互距離和を引いたものが最小となる配色を最適解とし、式1を定義した。式1を満たす $a_i$ が楽曲の印象に最適な配色となると考える。

$$\min \left[ \left( \sum_{k=1}^n |a_k x_i| \right) - \left( \sum_{k=1}^m |a_k y_k| \right) \right] \dots (式1)$$

$X = \{x_i | x_i \text{は尺度得点11点以上の尺度に共通して関連付けられている配色}\}$

$Y = \{y_k | y_k \text{は尺度得点4点の尺度に関連付けられている配色}\}$

$X' = \{x' | x' \in X \setminus X \cap Y\}$

$|X'| = n$

$|Y| = m$

$a_i \in X'$

しかし、この式1で求めた配色と、文献[3]の配色選出の手順で求めた配色との適合度は低かった。その原因を考察すると以下の2点が挙げられる。

(1) 式1では、配色間の相互距離の和を求めている。これでは選出の対象となる配色同士の相互距離和と、選出の対象となる配色と排除するべき配色の相互距離和の値に開きがある場合、差分をとると相互距離和が高い方の影響を多く受ける。そこで相互距離和を順位による得点に置き換えることによって、選出の対象となる配色同士の相互距離和と、選出の対象となる配色と排除するべき配色の相互距離和が与える影響を等価にする。

(2) 提案している配色選出の手順では手順1-1において"尺度得点が4点の尺度にマッピングされている全ての配色を排除する"とあり、式1では、この段階において該当する配色を排除した。つまり、音楽の印象を表している尺度

得点 11 点以上の尺度と、尺度得点 4 点の尺度の両方に該当する配色は排除する対象となってしまう。これでは、尺度得点が 11 点以上であるということが反映されていない。そこで、尺度得点 11 点以上の尺度と、尺度得点 4 点の尺度の両方に該当する配色は、どちらでもないものと判断し計算の対象外とすることにする。

以上を考慮し、以下の処理を行う式 2 と式 3 を提案する。式 2 及び式 3 における Rank() は順位得点を算出する関数と定義する。Rank(i,N) とした場合、集合 N に含まれる要素を昇順に並べ替えたときの i の順位に応じた得点を与える (i の値が低いほど高順位となり、高順位ほど高得点となる)。Rank(i,N) は集合 N に含まれる要素を降順に並べ替えたときの i の順位に応じた得点を与える。なお、|N|=n のとき、 $1 \leq \text{Rank}(i,N) \leq n$  とする。

式 2 において、この 2 つの得点を足し合わせる。X' の全要素に対して式 2 を適用した結果、式 3 を満たす a<sub>j</sub> を楽曲の印象に最適な配色と考える。

$$\text{Rank}\left(\sum_{i=1}^n |a_{xi}| \left\{ \sum_{i=1}^n |a_{xi}|, \dots, \sum_{i=1}^n |a_{xi}| \right\}\right) + \text{Rank}\left(\sum_{i=1}^n |a_{yi}| \left\{ \sum_{i=1}^n |a_{yi}|, \dots, \sum_{i=1}^n |a_{yi}| \right\}\right) \dots (式2)$$

$$\max \left[ \text{Rank}\left(\sum_{i=1}^n |a_{xi}| \left\{ \sum_{i=1}^n |a_{xi}|, \dots, \sum_{i=1}^n |a_{xi}| \right\}\right) + \text{Rank}\left(\sum_{i=1}^n |a_{yi}| \left\{ \sum_{i=1}^n |a_{yi}|, \dots, \sum_{i=1}^n |a_{yi}| \right\}\right) \right] \dots (式3)$$

$$Y' = \{y' | y' \in Y \cap X'\}$$

X, X', Y, a<sub>j</sub> は式 1 に同じ

表 6 に示した 5 曲、47 区間楽曲について式 3 に該当する配色と、文献[3]の選出手順で選出した配色との適合率は、38.3%であった(表 7)。この割合は、低いようにも受け取れるが、式 2 で求めた順位得点の和を降順で順位付けした結果、上位 4 位までに該当する配色が文献[3]の選出手順で選出した配色に適合する確率は 91.5%である。また、式 2 で求めた順位得点の和が上位 4 位までに該当する配色を配色イメージスケール上にプロットすると、文献[3]の選出手順で選出した配色と近い位置に存在していることを確認した。このことから今回提案した式 2 の方向性は正しいと言える。今後は、今回提案した式 2 をさらに改良することによって、式 3 と文献[3]の選出手順で選出した配色との適合率を上げることを目指す。

表7 式2で求めた配色と文献[3]の配色選出手順で求めた配色との適合率

順位	該当数	適合率	累計該当数	累積適合率
1(*)	18	38.3%	18	38.3%
2	8	17.0%	26	55.3%
3	2	4.3%	28	59.6%
4	15	31.9%	43	91.5%
5	3	6.4%	46	97.9%
それ以下	1	2.1%	47	100.0%

\* 式3に該当する配色

## 6. まとめ

今回、楽曲から配色への共通印象を介したメディア変換モデルにおいてロジカルな配色選出を目的として配色選出手順を定式化し、配色確定アルゴリズムとして提案した。文献[3]の選出手順で選出した配色の多くが式 2 で求めた配色の上位 4 位以内に入ることを確認した。今後は、文献[3]で選出した配色を選出するように以下の点を考慮して配色確定アルゴリズムを改良する。

### (1) マッピングテーブルにおける関連性の強さ

楽曲の印象と配色を結びつけているマッピングテーブルでは、上位に位置している配色イメージスケールの印象の方がより有意である。つまり AVSM との関係が強い配色はマッピングテーブルで上位に位置している配色ということになる。よって、配色確定アルゴリズムでは、選出の対象となる配色群の中での有意差を反映する必要があると考える。同様に、排除するべき配色群に関しても有意差を反映した重み付けをする必要がある。

### (2) 楽曲評価結果による重み付け

現在提案している配色選出の手順では、尺度得点 11 点以上の評価を得た尺度に対応する配色を選出の対象として均一に扱っている。しかし、尺度得点が高い尺度ほどその楽曲の印象に適した尺度である。そこで配色を選出する際には、選出対象の配色として均一に取り扱うのではなく、尺度得点の大小を考慮して重み付けをする必要がある。

今後、以上 2 点を考慮し、配色確定アルゴリズム改良する。改良した配色確定アルゴリズムの有効性を証明するために、被験者による評価実験を行う。評価実験では、被験者が実際に楽曲の印象について評価する。楽曲の印象と改良した配色確定アルゴリズムで選出した配色の印象の感覚的一致度が、現在提案している提案している配色選出のアルゴリズムで選出した配色の印象の感覚的一致度と同等、もしくはそれ以上であることによって、構築した配色確定アルゴリズムの有効性が証明できると考えている。

## 謝辞

本研究に対し、配色イメージスケールの座標データの提供及び、論文での使用許可を下さった(株)日本カラーデザイン研究所に感謝する。

## 参考文献

- [1] マイクロソフト(株) : Microsoft Windows Media Home, <http://www.microsoft.com/japan/windows/windowsmedia/default.mspix>
- [2] アップルジャパン(株) : iPod + iTunes, <http://www.apple.com/jp/itunes/>
- [3] 川野邊誠, 亀田昌志 "楽曲から受ける印象の時系列変化を考慮した楽曲から配色へのメディア変換" 芸術科学会論文誌, Vol.5 no.4, PP95-105, 芸術科学会(2006)
- [4] 長田典子, 岩井大輔, 津田学, 和氣早苗, 井口征士 "音と色のノンバーバルマッピング -色聴保有者のマッピングの抽出とその応用-" 電子情報通信学会論文誌 Vol.J86-A No.11, PP1219-1230, 電子情報通信学会(2003)
- [5] 岩宮眞一郎(2000) 『音楽と映像のマルチモーダル・コミュニケーション』九州大学出版会
- [6] 川野邊誠, 亀田昌志, 宮原誠 "音楽作品の感情価測定尺度項目と配色イメージスケール間のマッピング -聴覚障害者に対する映像へのメディア変換による音楽伝達に向けて-" FIT2003 講演論文集 PP487-488, 情報処理学会・電子情報通信学会(2004)
- [7] 谷口高士(1998) 『音楽と感情』北大路書房
- [8] 小林重順, 日本カラーデザイン研究所(2001) 『カラーイメージスケール改訂版』講談社