

# 色と音の感情を介したマッピング

- マッピング規則の抽出と作曲支援システムへの応用 -

Mapping between Sound and Color Using Emotional Expression :

A Computer Aided Composition System

金箱 淳一 藤田 ハミド

岩手県立大学ソフトウェア情報学部ソフトウェア情報学科

本研究では、楽曲を感情表現と捉え、同様にブロック遊びにおいて構築された物の配色も一種の感情表現と捉える。これら両者と表現された感情との対応関係により、色と音の対応関係の構築にアプローチする。本論文では主に、色相と感情間の関係をアンケートにより抽出した抽出したデータをもとにして利用者が入力した配色のパターンから利用者の感情を推測するアルゴリズムを構築し、それをシステムに実装して実験を行うことで色と音の対応関係の整合性について検証した。

## 1 はじめに

人間の感情表現には、身振り、表情、言葉、他には感情を色として表現する絵画、感情を音として表現する作曲といった多様な方法が存在する[3]。一方で、全ての表現方法を容易に使いこなすことは一般に困難であると考えられる。従って、特定の表現方法で感情を表すことができる人もそれ以外の方法では表現が困難であるといったことも多く存在することが予測できる。これらの感情表現は、自分の感情を多数の人に伝えたいという願望により行われると考えられることから、多様な表現方法を人々にもたらすための支援システムへの要求は高いと考えられる。

これらの実現方法として、共感覚を利用した岩井らの研究[1]がある。そこでは、共感覚者を対象とした聞き取り調査により色と音とを感性語を介さずに直接対応付ける研究が行われている。しかし、共感覚は万人に共通するとはいえないため、この研究で述べられている色と音との対応関係を一般の人に適用するのは困難であると予想できる。

この問題を解決するため、本研究では感情を媒介として色と音とを対応付ける方法を提案する。それぞれの感情表現方法と感情との関係は、共感覚を持たない一般の人でも知覚できると考えられる。そこでそれぞれの表現方法を被験者に提示し、図2で示す「感情を座標軸とした2次元座標」上に点をプロットすることで表現と感情とを関連付ける。この感情の2次元座標表現を媒体とすることで、異なる表現方法間のマッピングを獲得する。

本研究の目標は全ての感情間のマッピングを構築することであるが、ここでは色と音との関係に焦点を当てて議論を進める。すなわち本稿では色と感情との対応関係をアンケート調査によって確立し、その対応関係と先行研究である感情と打楽器演奏との関連性[2]を用いてテンポと音量が調整されたドラムのフレーズを生成する。その後生成されたフレーズを被験者に提示し、どのような感情を想起するかという実験を行うことにより色と音との対応関係の整合性を検証する。

## 2 色と音の対応付け

色と音の対応付けの方法については様々なもの

が考えられるが、先に挙げた「共感覚」を用いた方法もその一例である。その先行研究で岩井らは共感覚の一種である「色聴」(音を聞いて色を感じる)に注目して、色と音の対応付けの実験として色調の能力がある人に音を聞かせた時に被験者が感じた色を参考にし、色と音のノンバーバルなマッピング方法を構築している。この研究で導出されたマッピング法則は共感覚者から抽出したものであるため、共感覚を持たない一般の人に対してこの法則を適用するのは困難だと思われる。もう一つの問題は色と音とを直接対応付けているためにその対応関係は人によって異なり、多くの人に適応することが困難であるということである。この問題を解決するため、人々が共通に持つものを介して色と音を対応付ける方法を用いる。この方法を用いることで多くの人に共通の色と音の対応関係を確立できると考える。

色と音は共に感情を表現する際に用いられることがある。人は感情表現方法を用いて表現された様々なものから、発信者の感情を受け取り理解することができる。このように感情は共感覚を持たない一般の間でも再現性が高く、発信者の表現した感情の意味を損なわずに伝えることができる。このことに注目して感情を媒介として両者の対応を考えることで、一般の人にも適応できるマッピングの方法を確立することを本研究の目標とする。

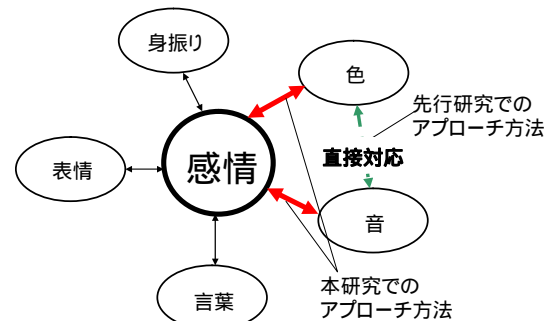


図1 表現方法間の対応付けの手法  
本研究での感情表現方法間の対応付けの枠組みは図1のようになる。

色と感情の対応付けについては方法を一つに絞るものではないが、本研究では主にシステムに与えられた色の種類(色相)とその配色のパターンに注目して感情との対応付けを行うアプローチ方法を用いる。配色パターンについては画像におけるそれぞれの色の割合に注目し、割合に応じて対応付ける感情を変える。配色パターンと感情との対応付けは 4.1.3 節の結果を参考にし、プロットが多かった範囲の中で割合の合計が 7 割を超える 5 つの点について 4.2 節の法則性に基づいて一つの座標に対応付けを行う。以上の方法でシステムに入力された色から利用者の感情を抽出する。

色と感情との対応関係より抽出された感情について、4.3 節で取り上げる先行研究で示されている感情と音との関連性を利用して音への対応付けを行う。

### 3 色と音の対応関係の作曲支援システムへの応用

本論文では色も音も感情の表現方法の一種であるという考えから、感情を媒介として色と音との対応関係を確立し、両者を自然にマッピングする方法を研究する。このマッピング規則の応用として、作曲支援システムへの応用を考える。このシステムは、作曲の際の方法を一般的な感情表現に置き換えることで、作曲をより一般的なものに行うことができると考える。

今まで一般の作曲の際に用いる主な手法として「五線譜による作曲法」が多く用いられている。これは音符を五線譜の上に書き記して作曲を行っていく方法であり、昔からこの作曲方法が広く用いられてきた。しかし、この方法での作曲はあらかじめ調や曲の進行などの音楽知識を持っている必要がある。このため作曲の経験がなく音楽知識が乏しい人にはこの方法での作曲は困難であると考え。この問題を解決するため、色で表現された感情を利用して音に対応付ける作曲支援を行うシステムの構築を検討する。このシステムを構築することで、色による表現を行える人が音としても自分の感情を表現でき、別の手段でより多くの人に自分の感情を伝えることができると考える。

この作曲支援システムでは、まず調査によって色と感情との対応関係をはかり、色から感情の抽出を行う。色の与え方としては、画面上で「赤」「青」「黄」「緑」の 4 種の色のブロックを積み上げるような単純かつ明快な入力方法を用いる。与えられた色について、4.1.3 節の色と感情との対応付けに関する調査の結果を利用し、色と感情との対応付けを行う。その後 4.2 節で述べる配色パターンと感情との対応付けを行うことによって色と感情とを一対一に対応付け、色から感情の抽出を行う。抽出された感情について、4.3 節で述べる片岡らの研究成果である感情と音の関連性を利用して、音に対応付ける。

対応付けを行う音色の種類は、感情表現が現れやすく音高を問題にしない打楽器のドラムフレーズに限定し、本アプローチの有効性を検証する。本研究では作曲支援の第一段階として、ドラムフレーズのみを行う。

構築された色と音との対応関係について、システムによって生成されたドラムフレーズを聞いたときに人が感じる色についての実験を行い、評価を行う。

## 4 色と音の感情を媒介したマッピングの方法

前述のように、ブロックとして構築された色による感情表現からドラムフレーズへのマッピングを獲得することを本研究の第一目標とする。そのために、ここでは色と感情の正確なマッピングと、ドラムフレーズと感情とのマッピングを求め、これらのマッピングを合成することで色と音とのマッピングを獲得する。

まず、色と感情とのマッピングを獲得するために色から受ける感情をアンケートによって調査した。

### 4.1.1 色と感情との対応付けに関する調査

調査の方法として、「ある色を見たときに、どのような感情を抱くか」という質問項目に対して、図 1 に示す感情を座標軸とした 2 次元座標上に点をプロットしてもらった。同時に、その色をイメージしたときに感情を決定付けたものをカッコ内に記入してもらった。参考として他に、年齢、性別、職業も記入してもらった。

この調査は、色と感情との間の対応関係を図り、またその対応関係は性別によって差異の現れるものなのかを調べることを目的としている。

図 2 のカッコ内にその色のイメージ、2 次元座標上に当てはまる感情をプロットしてもらった。

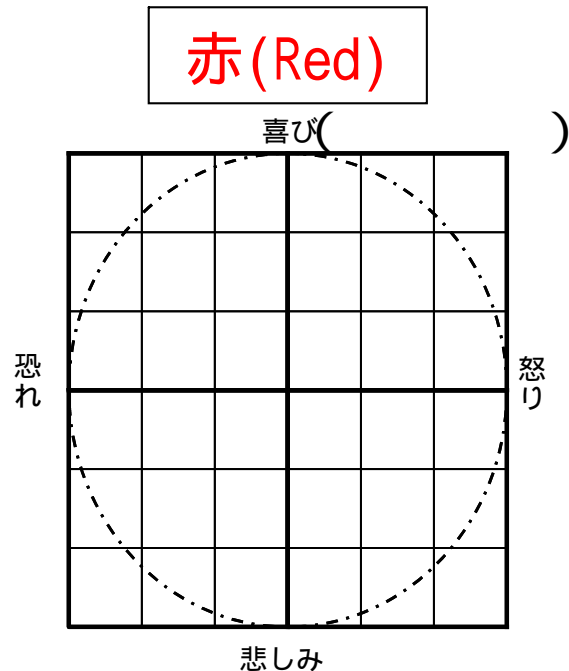


図 2 感情を軸とした 2 次元座標

色について考えた場合、色は色相、明度、彩度の 3 要素で構成されている。色相は色の種類、明度は色の明るさ、彩度は色の鮮やかさである。本研究ではまず色相に注目し、色の種類と感情との対応を考える。ここでは色の種類として基本的な色である(1)「赤」(2)「青」(3)「黄」(4)「緑」を使う。

感情についてであるが、ここでは Plutchik の感情モデル[4]を参考にし、8 つの感情の中から「喜

び」「怒り」「悲しみ」「恐れ」の 4 要素を選んで使うことにした。

#### 4.1.2 調査対象の内訳

今回は 20 代前後の男女 510 名に対して調査を行った。その内訳を表 1 に表す。

表 1 調査結果の内訳

年齢	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-	男女別合計
男	78	133	2	0	2	0	215
女	204	84	3	0	2	2	295
総計							510

以下、色についての結果を示したあと、男女の比較と全体について述べる。なお以降の数において図中の値は回答者の割合を示す。

#### 4.1.3 各色についての調査結果

(1) 赤色についての結果を図 3 に示す。

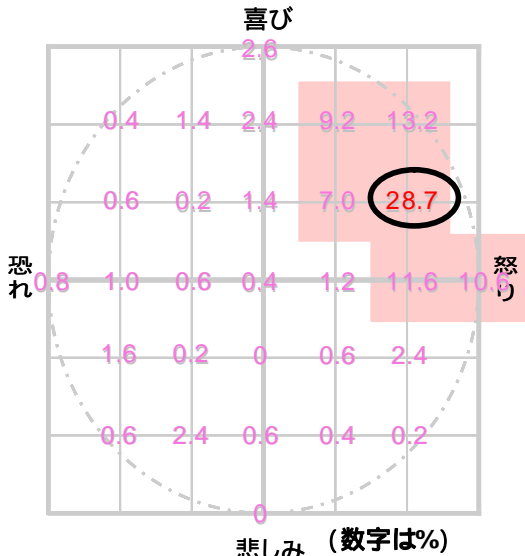


図 3 赤色についての調査結果

回答の傾向を見ると、「怒り」と回答した人が多かったことが分かる。色が付いている範囲の合計は 80.3 パーセントで、大多数の人がこの範囲にプロットしていたことが分かる。回答数が多かった赤色を見たときのイメージは

- ・火, 炎 (21.2%)
- ・血 (11.2%)
- ・怒った人の顔色 (8.4%)

という回答が多かった。

(2) 青色についての結果を図 4 に示す。

回答の傾向を見ると、「悲しみ」と回答した人が多かったことが分かる。色が付いている範囲の合計は

83.7 パーセントで、大多数の人がこの範囲にプロットしていたことが分かる。回答数が多かった青色を見たときのイメージは

- ・水, 海, 雨 (30.8%)
- ・涙 (16.1%)
- ・空 (10.1%)

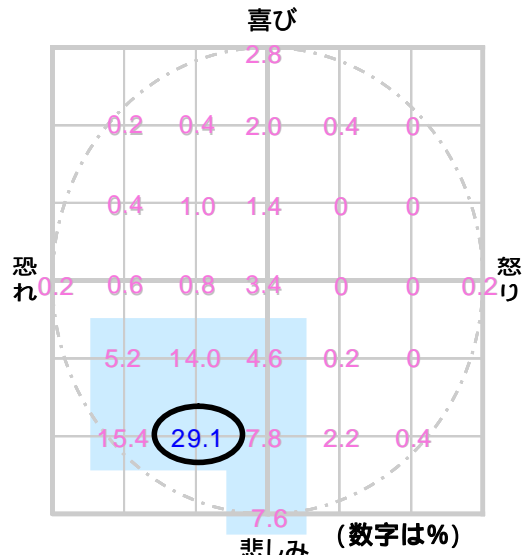


図 4 青色についての調査結果

という回答が多かった。

(3) 黄色についての結果を図 5 に示す。

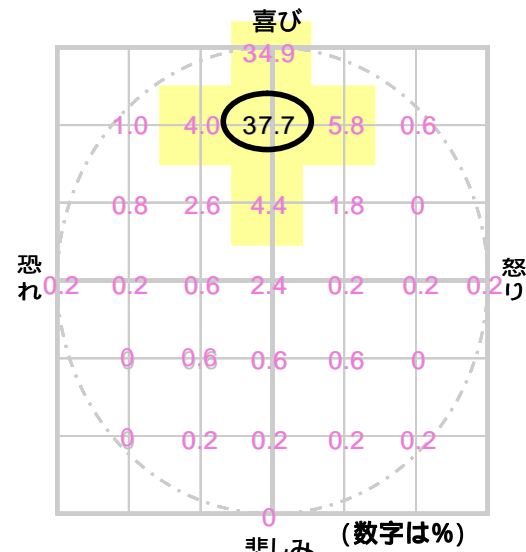


図 5 黄色についての調査結果

(4)

回答の傾向を見ると、「喜び」と回答した人が多かったことが分かる。色が付いている範囲の合計は 86.8 パーセントで、大多数の人がこの範囲にプロットしていたことが分かる。回答数が多かった黄色を見たときのイメージは

- ・太陽, 光 (15.5%)
- ・花 (7.6%)
- ・歓声 (5.7%)

という回答が多かった。

(4) 緑色についての結果を図 6 に示す。

回答の傾向を見ると、中心に集中していることが分かる。色が付いている範囲の合計は 79.9 パーセントで、大多数の人がこの範囲に回答していたことが分かる。回答数が多かった緑色を見たときのイメージは

- ・自然, 森, 木, 草, 植物 (50.1%)
- ・落ち着き (5.7%)

・何にも当てはまらない, 分からない(4.9%)  
という回答が多かった。

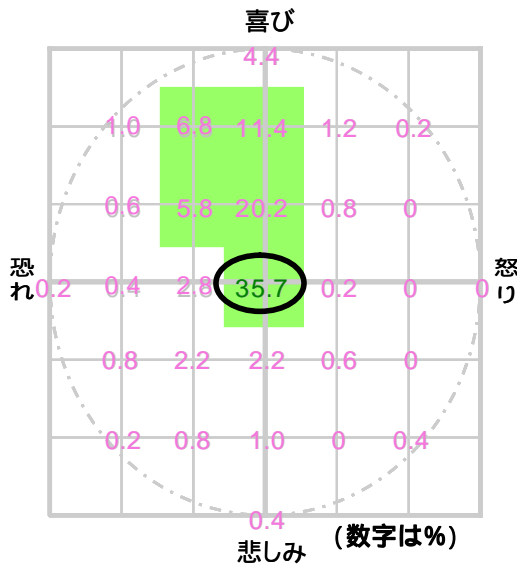


図6 緑色についての調査結果

ほかの項目とは違い, 緑はプロットが中心付近に集中している。この事象の原因としては, 緑という色からは何の感情も引き起こされない, か緑に当てはまる感情が回答になかった, という2つの捉え方ができる。

これを調べるため, 緑色はどんな感情も示さないのか, それとも当てはまる感情が回答になかったのか調べるため, 緑について電子メールで再調査を行った。回答数は98件であった。その中で「何も感じない」という回答の数は5件と少なかった。その一方で, 「安らぎ」, 「落ち着き」という回答が38件と多かった。「安らぎ」, 「落ち着き」は回答項目になかった感情であるため, 前回調査の回答として中心に近い座標にプロットが集中したのだと考えられる。

#### 4.1.4 男女間の比較についての調査結果の考察

黄色の調査結果について, 黄色を見たときに女性のほうが男性より多少強い喜びを感じることが分かった。それ以外の色については, プロットが集中している範囲や最もプロットの割合が高かった座標もおおよそ一致しており, 男女間での大きな差異は見られなかった。

#### 4.1.5 全体の調査結果についての考察

各色についての調査結果から, それぞれの色が

- ・ 赤は「怒り」
- ・ 青は「悲しみ」
- ・ 黄は「喜び」
- ・ 緑は「落ち着き」

というように他と異なる感情表現の特徴を持っていることが分かった。

黄色においてプロットが多かった範囲と, 緑色においてプロットが多かった範囲が若干重複して

いたが, それ以外の色についてはそれぞれの特徴がうまく現れている。  
この色と感情との対応関係を利用して研究を進めていく。

#### 4.2 色の面積と感情の関連性について

システムに色を入力する方法として, 仮想空間に見立てた画面上で4色のブロックを積み上げるという方法を用いる。この時, 何色のブロックがどのくらい使われたかという配色のパターンに注目することで, 利用者の感情を特定する手がかりとする。使用されたブロックの色の範囲が入力画面全体の面積に比べて多いほど, その色に対応している感情を強く表していると捉える。

色と感情の対応については4.1.5節でも述べたが, ここでは画面上に占める色の割合で感情の強度を変更するアルゴリズムについて示す。

4.1.3節で示した各図について, プロットの割合が多かった順に5つの座標を取り上げて注目してみる。これら5つの座標は全体のプロットの割合の約7割を占めており, 利用者の感情がここで取り上げた5つの座標の中に当てはまる可能性が高いことから利用する。

取り上げた5つの座標の中でプロットの割合が低い座標から高い座標へ順番に線を引いてみると, 図7のように緑と赤の一部の例外を除いては最もプロットの多かった座標で収束する渦巻きのようになる。

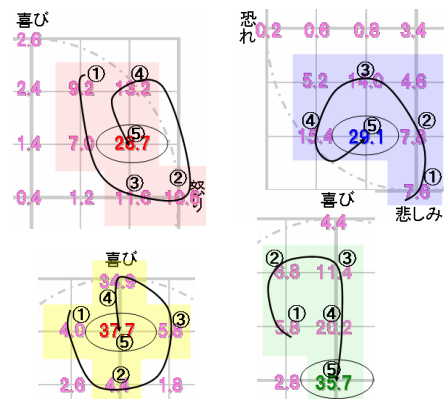


図7 プロットの割合についての法則性

これを利用し, 入力された色の範囲が画面において占める割合を5段階に分け,

- ・ 割合0~10%のとき
- ・ 割合10~20%のとき
- ・ 割合20~30%のとき
- ・ 割合30~40%のとき
- ・ 割合40%~のとき

というように

色が画面全体に占める割合が高くなるほどもっともプロットが多かった感情の座標に近づいていくという方法を用いて座標を特定する。

#### 4.3 感情と音との関連性についての考察

感情と音との関連性については, 片岡智嗣らの研究成果を利用する。この研究では, 「スネアドラム演奏における演奏者の意図する感情はどのように表現されるのか」という問いに対して, 法則性や傾向を求めるための実験が行われている。この

実験結果は、以下の三点を実証している

1. 打楽器における感情表現は演奏者が満足いく水準で可能である
  2. 表現された感情は概ね聴取者によく伝わっているといえる
  3. 5 種類の感情についてテンポと全体音量による分類が概ね可能であり、印象付けができる
- 上の 3 においては「悲しい条件 < 恐れ条件 < 無感情条件 < 楽しい条件 < 怒り条件」の順で右に行くほど音が強くなり、テンポも速くなるという仮説を著者らは示している。
- この研究により、感情とドラムの音量、テンポとの関連性を 2 次元グラフを用いて表すことができる。グラフは図 8 のようになる。

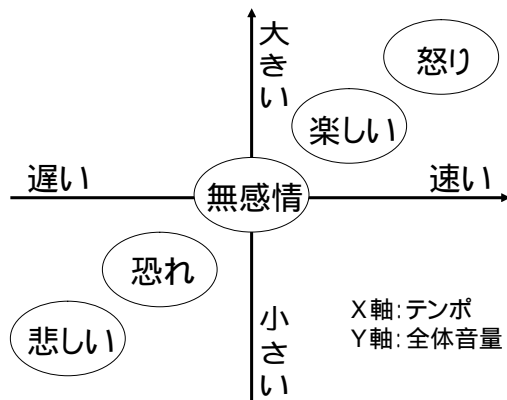


図 8 感情とドラム演奏との関連性

この研究は、打楽器による感情表現が可能であると同時に、演奏者から聴取者への感情の伝達が可能であることを示した。同時に感情と音すなわちドラムの音量、テンポとの関連性も明らかになったことも示している。本研究では、この研究を利用して感情に合ったドラムフレーズの生成を行う。

### 5.1 実験

本論文で述べた感情を介した色と感情との対応関係の整合性を調べるため、以下のような実験を行った。

### 5.2 実験内容

被験者 4 人に 4 色の中から 1 つだけ選んだ色のブロックを画面上で自由に積み上げてもらう。その後どのような感情でブロックを積み上げたのか、4.1.1 節の調査で使用した感情を座標軸とした 2 次元座標(図 2)に記入してもらう。

記入してもらった座標と、4.2 節で述べた座標の整合性から、色と感情の対応について、本稿で確立したアプローチ方法の正確性について検証する。

### 5.3 実験結果

(1)被験者 に付いての結果を以下に記す  
被験者 が描いた絵及び感情を記入した 2 次元座標を図 9 として示す。

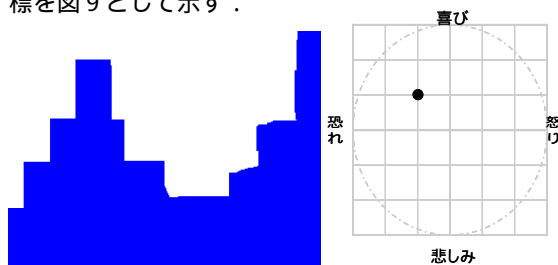


図 9 被験者 が描いた絵と記入した 2 次元座標

この画像に占める青色の割合は 55% であり、この配色パターンから 4.2 節の法則性を用いて予想される感情を図 10 に示す。

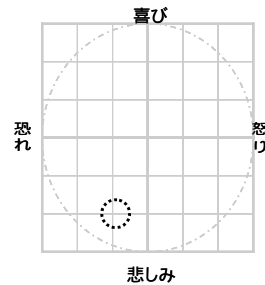


図 10 法則性を用いて予想される感情

この予想と実験の結果を重ね合わせると図 11 のようになる。

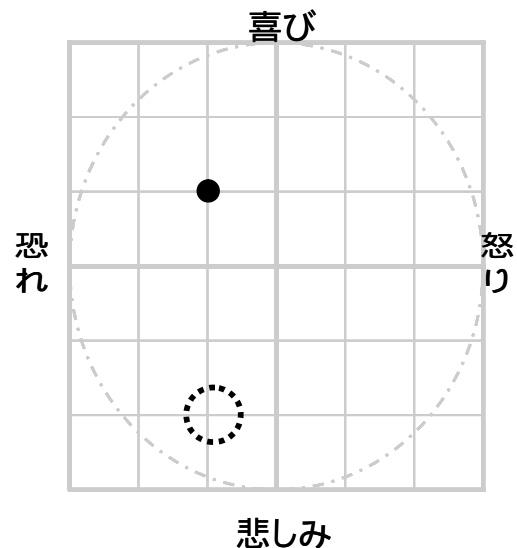


図 11 予想と実験結果との対比

このように予想と結果にはかなりの開きがあり、この被験者の実験では色と感情との対応関係の整合性を得ることができなかった。

(2)被験者 に付いての結果を以下に記す  
被験者 が描いた絵及び感情を記入した 2 次元座標を図 12 として示す。

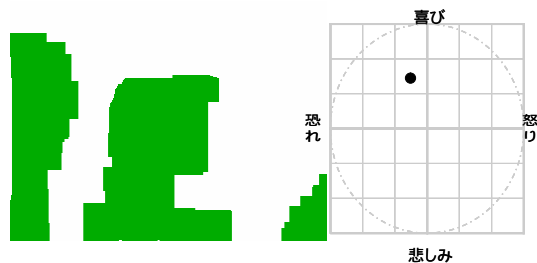


図 12 被験者 が描いた絵と記入した 2 次元座標

この画像に占める緑色の割合は 39% であり、この配色パターンから 4.2 節の法則性を用いて予想

される感情を図 1 3 に示す .

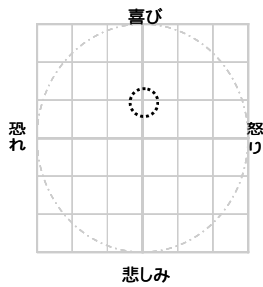


図 1 3 法則性を用いて予想される感情  
この予想と実験の結果を重ね合わせると図 1 4 のようになる .

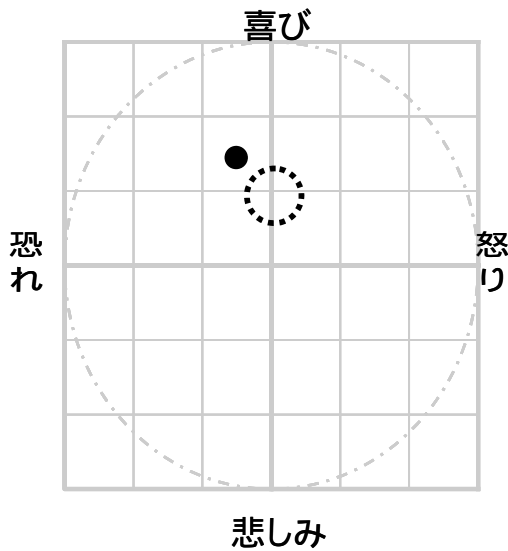


図 1 4 予想と実験結果との対比

このように予想と結果はかなり近く、この被験者の実験では色と感情との対応関係の整合性の可能性を得ることができた .

(3)被験者 に付いての結果を以下に記す  
被験者 が描いた絵及び感情を記入した 2 次元座標を図 1 5 として示す .

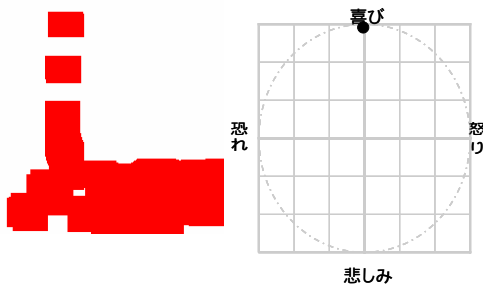


図 1 5 被験者 が描いた絵と記入した 2 次元座標  
この画像に占める赤色の割合は 2 5 % であり、この配色パターンから 4 . 2 節の法則性を用いて予想される感情を図 1 6 に示す .

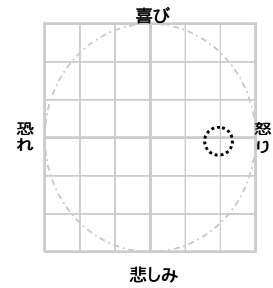


図 1 6 法則性を用いて予想される感情  
この予想と実験の結果を重ね合わせると図 1 7 のようになる .

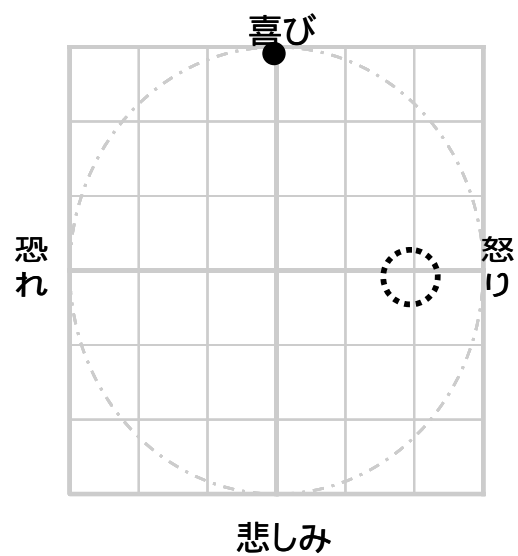


図 1 7 予想と実験結果との対比

このように予想と結果にはかなりの開きがあり、この被験者の実験では色と感情との対応関係の整合性を得ることができなかった .

(4)被験者 に付いての結果を以下に記す  
被験者 が描いた絵及び感情を記入した 2 次元座標を図 1 8 として示す .

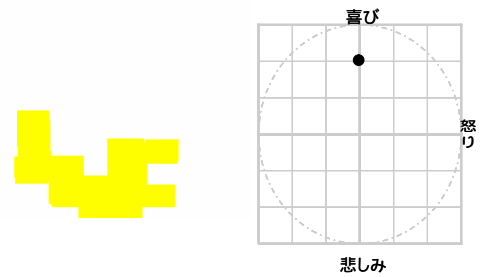


図 1 8 被験者 が描いた絵と記入した 2 次元座標  
この画像に占める黄色色の割合は 1 5 % であり、この配色パターンから 4 . 2 節の法則性を用いて予想される感情を図 1 9 に示す .

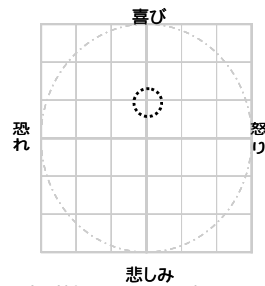


図 19 法則性を用いて予想される感情

この予想と実験の結果を重ね合わせると図 20 のようになる。

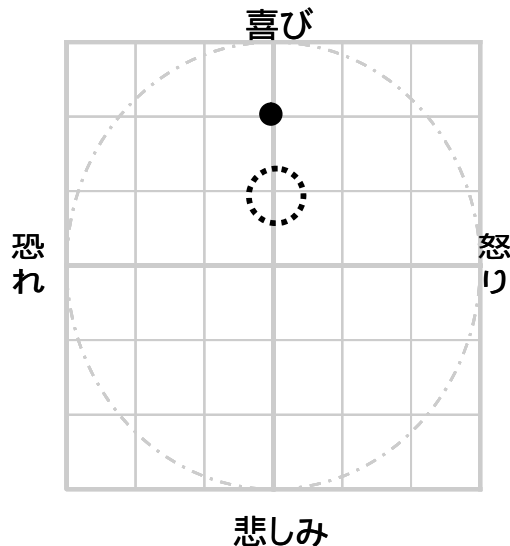


図 20 予想と実験結果との対比

このように予想と結果はかなり近く、この被験者の実験では色と感情との対応関係の整合性の可能性を得ることができた。

#### 5.4 実験結果についての考察

今回の実験では、与えられた色について、色の種類と配色のパターンに注目した感情との対応付けの関係を構築し、その対応関係が成り立つものなのかを調査した。

その結果、緑色と黄色については 4.1.5 節と 4.2 節で述べたアルゴリズムに基づいた予想に近いものであったが、最も色が感情に反映されているだろうと思われた赤色と青色では予想との開きが大きかった。この結果を受けて 4.2 節の配色の面積と感情との対応関係を再度考え直すことが必要だと考えられる。

また、今回の実験では 4 人についてしか調査できなかった。本論文で述べた色と感情の対応関係の整合性を示すにはより多くの人にこの実験を行ったほうがよいと考えられる。

#### 6 終わりに

今回の論文では、感情表現間のマッピング方法について特に色と音の対応付けに注目し、色と音とを対応付ける方法の構築を試みた。その方法として人間の表現の元となる感情を媒介とした色と音との対応付けによるアプローチと、その第一段階としての色と感情との対応付けについての手法

を提案した。この手法では色相と感情間の関係をアンケートにより抽出し、そのデータをもとにして、利用者が入力した配色のパターンから利用者の感情を推測するアルゴリズムを構築し、色と感情との対応関係の構築を図った。構築した対応関係を利用してシステムを実装し、実験を行った。様々な問題はあるものの一部では提案手法による色と感情との対応関係の有効性を実証できた。

今後、ここで示した実験をさらに多くの被験者に対して行い、実験結果を参考に配色パターンと感情の対応関係における赤と青の扱いについて再検討し、4.3 節の感情と音の関連性を利用してドラムフレーズの生成を行っていくことで色と音の対応を図っていく。

#### 参考文献

- [1] 岩井 大輔, 他共著: “音と色のノンバーバルマッピング: 色聴保持者のマッピング抽出とその応用”, 情報処理学会研究報告, MUS[音楽情報科学], Vol. 47, pp. 97-104, 2002.
- [2] 片岡智嗣, 他共著: “打楽器演奏における感情の表現と伝達”, ヒューマンインタフェースシンポジウム'03 論文集, pp. 449-452, 2003.
- [3] 井口征士, 他共著: “感性情報処理”, オーム社, 2001.
- [4] 宗近孝吉: “G A を用いた感情識別モデル”, 山口大学工学部研究報告, Vol. 53, No. 1, pp. 85-90, 2002.