

## コード進行に注目した J-POP 音楽の可視化

上原美咲<sup>1)</sup>

伊藤貴之<sup>1)</sup>

高塚正浩<sup>2)</sup>

1) お茶の水女子大学

2) シドニー大学

## Japanese Pop Music Visualization

### Focused on Chord Progression Patterns

Misa Uehara<sup>1)</sup>

Takayuki Itoh<sup>1)</sup>

Masahiro Takatsuka<sup>2)</sup>

1) Ochanomizu University

2) University of Sydney

misa @ itolab.is.ocha.ac.jp

itot @ is.ocha.ac.jp

### アブストラクト

楽曲群における曲どうしの印象やアーティストどうしの個性についての関連性を、短時間で効率的に把握する一手法として「可視化」が有用であるといえる。また、楽曲を分析するにあたり、楽曲特微量に加え、楽曲の基礎となっているコード進行も非常に役立つ要素であると考えられる。そこで本論文では、楽曲群のコード進行・メタ情報・楽曲特微量の統合可視化の一手法を提案する。本手法ではまず、可視化の対象となる各楽曲から楽曲特微量を抽出する。一方で各楽曲からコード進行を抽出して文字列データとし、あらかじめ設定した数種類の頻出コード進行の有無を文字列検索によって検出する。以上の情報を、楽曲特微量に基づいて楽曲群を配置した図と、コード進行やメタ情報の共起性を表現した図を用いて可視化する。本報告では 20 組の J-POP アーティストを対象として、本手法によってどのような傾向が可視化できたかを紹介する。

### Abstract

Visualization is an extremely useful tool to understand similarity of impressions among large number of tunes, or relationships of individual characteristics among artists, effectively in a short time. We expect chord progressions are beneficial in addition to acoustic features to understand the relationships among tunes; however, there have been few studies on visualization of music collections with the chord progression data. In this paper, we present a technique for integrated visualization of chord progression, meta information and acoustic features in collections of large number of tunes. This technique firstly calculates the acoustic feature values of the given set of tunes. At the same time, the technique collates typical chord progression patterns from the chord progressions of the tunes given as sequences of characters, and records which patterns are used in the tunes. Our implementation visualizes the above information applying the dual scatterplots, where one of the scatterplots arranges tunes based on their acoustic features, and the other figures co-occurrences among chord progression and meta information. In this paper, we introduce the experiment with tunes of 20 Japanese pop musicians using our visualization technique.

## 1. はじめに

音楽プレイヤーの大容量化により、私達は日常生活において数多くの楽曲を気軽に持ち歩くことができるようになった。また、オンライン音楽配信サービスも普及し始め、好きなだけ音楽を聴いて楽しむことができる時代になった。一方で、一般的に未知の音楽は実際に聴かなければどんな曲かわからないため、内容把握に時間がかかり、たくさんの未知の楽曲の中から聴きたい曲を選ぶのが困難な場合もある。短時間で効率の良い選曲を支援する一手段として、楽曲群における曲どうしの印象やアーティストどうしの個性についての関連性を「可視化」によって提示することが考えられる。これによって、曲どうしがどれくらい似ているか、アーティストどうしがどれくらい似た作曲傾向にあるかを視覚的に知ることができ、曲の内容を推測することができるため、選曲の手がかりとなる。

一方で音楽を学問または商業として扱う専門家にとって、楽曲には多様な分析要因が存在する。アーティスト名や音楽ジャンル名といったメタ情報の他に、以下のような分析要因が考えられる。

- ・ 作曲時に決定される音楽理論面での要因（メロディー、コード進行、リズムなど）
- ・ 録音時に決定される演奏面・音響面での要因（テンポ、音色などの楽曲特徴量）
- ・ 配信後に決定される「誰に聴かれたか」「誰に好まれたか」といった情報

このような専門性の高い楽曲分析の目的においても、さまざまな音楽可視化手法が提案されており、特に楽曲特徴量に基づいた可視化が多数提案されている。一方で、作曲時に決定される分析要因の中でも、ポピュラー音楽におけるコード進行は楽曲の基礎となり楽曲の印象に大きな影響を与える上に、頻出コード進行パターンが多数知られているため分析が比較的容易である。また、特定のアーティストにより特定のコード進行パターンが頻出する場合があることから、アーティスト間の作曲傾向の分析にも役立つ要素であると考えられる。そこで、楽曲特徴量やコード進行をはじめとした多角的な情報をもとに楽曲群を可視化する手法が、楽曲分析において有効であると考えられる。

そこで我々は、ポップス楽曲群のコード進行・メタ情報・楽曲特徴量の統合可視化を提案している[1]。本手法での可視化には、以下の2種類の可視化画面を同一ウィンドウ中で左右に並べたものを使用する(図1)。

**楽曲可視化**：楽曲特徴量に基づいて楽曲群を配置した可視化画面。

**メタ情報可視化**：コード進行やメタ情報の共起性を表現した可視化画面。

本手法が想定するユーザ操作は以下のとおりである。まずメタ情報可視化で示されたアーティストとコード進行の関連性を見て、興味のあるものをユーザが選択すると、それに連動して、選択された属性に該当する楽曲が楽曲可視化でハイライトされる(図2)。ここで楽曲可視化の座標軸に楽曲特徴量を割り当てることで、コード進行やメタ情報と同時に楽曲特徴量との関係

も観察できる。

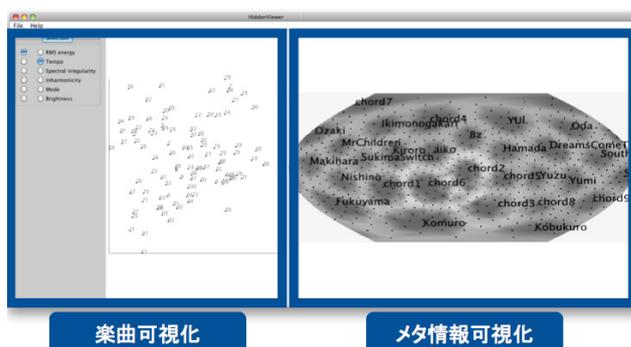


図1. 可視化画面

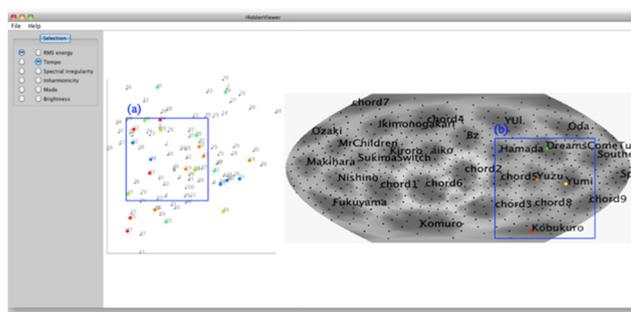


図2. ハイライト機能

さらに本手法では、楽曲可視化ウィンドウにて特定の楽曲をクリック操作により選択すると、その楽曲を中心に、類似度の高さに応じて他の楽曲を同心円上に表示するウィンドウを表示する(図3)。この表示によって、興味のある特定の楽曲に関連の深い他の楽曲を一覧表示できる。

本研究が目指す用途として、ユーザの日常的な音楽鑑賞における選曲効率を向上する他に、次のような応用も考えられる。ユーザが好む楽曲における楽曲特徴量やコード進行の共通点を導き出し、それをもとにユーザの音楽嗜好に合わせた楽曲推薦ができる。また、時代や曲調などに関連したコード進行の流行について知識を得ることができる。作曲を学んでいる学生にとっては、各アーティストのコード進行の傾向分析に役立つ。以上のほかにも、可視化に適用している散点図の操作が自在であることから、さまざまな応用が期待できる。

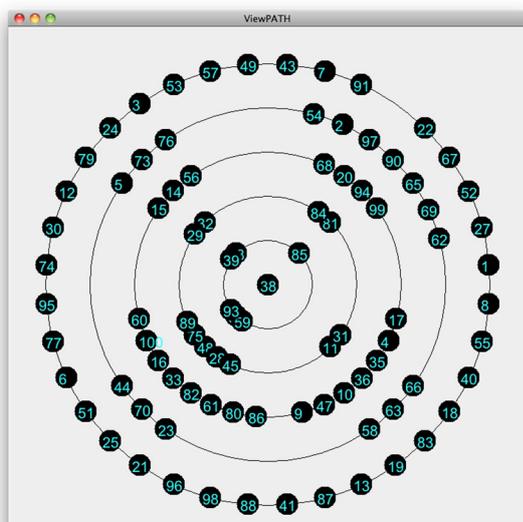


図 3. 楽曲類似度の表示例

## 2. 関連研究

可視化は音楽の内容を短時間で理解する際に役立つ手段であり、実際に音楽可視化を対象としたサーベイもいくつか発表されている[2,3,4]. それによると音楽の可視化手法は以下の観点から分類される.

- (1) 1 曲を可視化する[5,6]のか、多数の楽曲の集合を可視化するのか.
- (2) 表現形式は何であるか. 一般的な情報可視化手法の表現形式(木・グラフ・散布図・地図・時系列など)に該当するとしたらどれに分類されるか.
- (3) 利用者は専門家なのか、一般消費者なのか.
- (4) 入力情報として何を想定するのか. 楽譜情報か、音響情報か、それ以外か.
- (5) 対話処理を伴うか、伴わないか.

この分類の中で本論文の提案手法は

- 多数の楽曲の集合を対象とした手法
- 多次元情報の可視化技術を適用した手法
- 入力方法は音響情報・メタ情報・コード進行
- 対話処理を前提とする手法

に該当する.

楽曲特徴量に基づいた楽曲集合の可視化は、これまでに多く研究されている. Pampalk[7]は楽曲集合の楽曲特徴量に基づく類似性を SOM で学習し、クラスタを島に見立てて可視化した. 後藤ら[8]は、画面上を動いている楽曲の中から、ユーザが興味のあるものをインタラクティブに操作することができるシステムを構築した. また、草間ら[9]は楽曲特徴量に基づいて各曲の印象画像を生成し、一覧表示した. これらの研究は、楽曲特徴量を用いて楽曲群を表現しているが、可視化結果から直接楽曲特徴量を読み取ることはできない.

楽曲特徴量を具体的に読み取れる形で楽曲集合を可視化した手法として、齊藤ら[10]、Zhu[11]の研究があげられる. しかし

これらの手法では、音響情報のみが入力情報として与えられており、コード進行は考慮されていない.

コード進行に基づいた楽曲群の可視化の例として、高松ら[12]の研究があげられる. しかし本研究のように楽曲特徴量とコード進行の両方を考慮して楽曲集合を可視化する手法は、我々がサーベイする限り前例がほとんど見当たらない.

## 3. 提案手法の処理手順

本章では、コード進行、メタ情報、楽曲特徴量に基づいてポップス楽曲群を分析し、楽曲群における曲どうしの印象やアーティストどうしの個性についての関連性を可視化する手法を提案する. 本手法の処理手順は、以下のとおりである.

- (1) 楽曲特徴量の抽出  
楽曲の類似度を分析するにあたり、楽曲特徴量を抽出する. 抽出手法や特徴量の種類については第 3.1 節にて述べる.
- (2) コード進行の検出  
アーティストの作曲傾向を分析するにあたり、コード進行の出現傾向を調べる. 検出手法については第 3.2 節にて述べる.
- (3) 入力データの生成  
可視化の際に入力するデータを生成する. データ構造については第 3.3 節にて述べる.
- (4) 可視化画面の初期化  
前処理により構築された入力データを読み込み、楽曲群を可視化する. 可視化手法と画面操作については第 3.4 節にて述べる.
- (5) 楽曲類似度の計算・表示  
ユーザ操作に応じて全ての楽曲特徴量を考慮した楽曲間の類似度を計算し表示する. 類似度の定義と表示方法については第 3.5 節にて述べる.

また本研究では、コード進行をテキスト情報として入手可能であり、かつ録音物(音響情報)としての楽曲から楽曲特徴量を算出可能である楽曲を対象とする. 現時点で我々は、インターネット上にある J-POP コード進行公開サイト[13]からコード進行情報を入手できる J-POP の楽曲を対象としている.

### 3.1 楽曲特徴量抽出

まず各楽曲から楽曲特徴量を抽出する. 楽曲特徴量の抽出には、数値解析ソフトウェア MATLAB の上に実装された楽曲特徴分析パッケージ MIRtoolbox[14]を用いる. 現時点の実装では、本研究と同じく楽曲群の可視化に関する草間らの研究[9]で使われている楽曲特徴量の中で、それぞれ以下に述べる理由から J-POP の可視化において重要だと判断した 6 つの特徴量を使用する. これらの 6 つは音響信号の特徴量である.

**RMSenergy** は、音響エネルギーの二乗平均平方根である. この値は、コンプレッサーやリミッターなどの電氣的効果により音響出力がほぼ一定に制御される最近のポップス、ロック、電子音楽などで高くなる傾向がある(図 4). 一方で、バラード、クラ

シック音楽, その他非電子音楽など, 音量ダイナミクス変化が顕著にある音源では値が低くなりやすい(図 5). したがって, RMSenergy は, 曲のジャンルや楽器に応じて曲を分類するのに役立つ.

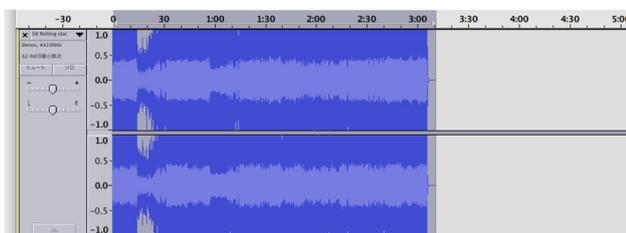


図 4. RMSenergy が高い楽曲の波形例

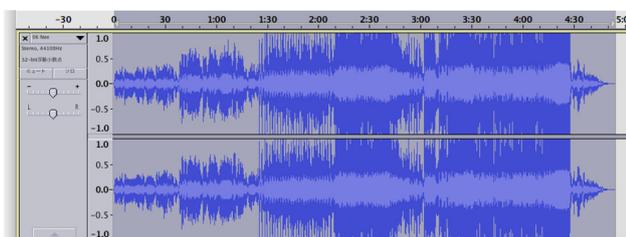


図 5. RMSenergy が低い楽曲の波形例

**Tempo** は, 音響ピークまたはハーモニー変化の周期的なパターンから算出することができ, リスナーの好みを推定するのに重要な値である.

**Brightness** は, 主に楽器の倍音からもたらされる 1500Hz 以上の周波数の音響エネルギーが占める割合である. この値によって, オーケストレーションやレコーディング設定に応じた曲の分類ができる. 豊かな倍音をもつバイオリン, サックス, シンバルなどの楽器を効果的に曲のアレンジに使っている曲ほど高い値になる.

**Mode** は, major または minor のハーモニーによって占有される時間の割合を表す値であり, 楽しさや悲しさによって曲を分類することができる.

**Spectral irregularity** は, スペクトルの連続するピークの変化の程度を表し, 音楽のダイナミクスを測定することができる.

**Inharmonicity** は, 倍音外のエネルギーの量を表している. 現代のクラシック音楽やジャズ, ポップスでは, インハーモニックトーンが比較的頻繁に使われていることから, この値を用いることで, 伝統的な音楽と現代的な音楽を分類することができる.

### 3.2 頻出コード進行検出

次に各楽曲中における頻出コード進行の有無を検出する. 現時点での我々の実装では, J-POPの代表的なコード進行として「コード進行データベース」[15]に紹介されている9種類のコード進行(表1)を, 頻出コード進行の例として採用している.

提案手法ではまず各楽曲のコード進行を文字情報として入手する. 我々の現時点の実装では, インターネット上にあるJ-POPコード進行公開サイト[13]から各曲のコード進行を公開する

HTMLファイルを入手し, コード記載部分を抽出することで文字列データを生成する. 後にコード進行を比較しやすいようにするため, 全ての楽曲の調性をCメジャーに移調する. この文字列データに対して文字列検索を実行し, 頻出コード進行と一致する文字列があった場合にはそのコード進行が含まれている曲とする.

表 1. コード進行一覧

Chord 1	スリーコード	C F G
Chord 2	J-POP 進行(王道進行)	F G7 Em Am
Chord 3	小室哲哉進行	Am F G C
Chord 4	小室哲哉進行(マイナー編)	Am Dm G Am
Chord 5	My Revolution 進行	C Am F G7
Chord 6	ユーロビート進行	F G Am Am
Chord 7	イチロクニゴー	C Am Dm G7
Chord 8	期待感・増幅進行	Am Em F G7
Chord 9	カノン進行	C G Am Em F C F G

J-POP楽曲のコード進行の中には例えば, 複雑なテンション(意図的な不協和音)を有するものや, 分数コード(和声と根音を分数記号で区切って両方表記するコード)を採用したものがある. 一方で頻出コード進行は, テンションや分数コードなどの複雑な和声構成を考慮せずに定義されることが多い. 例えば[15]では, 複雑な和声構成を記述することなく, 簡易に演奏できるように抽象化・簡略化・パターン化されたコード進行を紹介している. そこで現時点での我々の実装では, 対象楽曲を[13]から検索してシステムに入力する際に, 以下のようなコード進行の抽象化を適用した.

- ・ 分数記号のあとを読まない
- ・ 音階を表すA~Gの7種類のアルファベット, 付加音を表す数字(現時点での実装では7のみ), 音楽記号(現時点での実装ではシャープとフラット)を読み, それ以外の文字を読まない

この結果として, 例えば分数コードは表2のように分子のみ抽出してシステムに入力した.

表2. コード進行の抽象化例

[13]での表記	C G/B Am Em/G F C F G
システム入力時	C G Am Em F C F G

### 3.3 入力データ構造

楽曲特徴量抽出, 頻出コード進行検出, の2つの前処理が終わったところで, 提案手法では入力データを構築する. 提案手法は*i*番目の楽曲 $t_i$ を以下の変数で表現する.

$$t_i = \{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{im}, b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{in}\}$$

ここで $v_{ij}$ は*i*番目の楽曲における*j*番目の楽曲特徴量を示す実数型変数であり,  $b_{ij}$ は*i*番目の楽曲における*j*番目のメタ情報への該当の真偽を示すブール型変数である. ここでメタ情報とは

- 「アーティストがAである」
  - 「頻出コード進行Bが含まれている」
- といった属性を表しており, 現時点の実装では上記の2属性を扱

っている。

また $n_v$ は楽曲特微量の個数であり、 $n_b$ はメタ情報の個数である。現時点での我々の実装では、3.1節で示した6種類の楽曲特微量を用いているため $n_v = 6$ である。また4章にて後述する実験に用いたデータでは、アーティスト20組と頻出コード進行9種類を採用しているため $n_b = 29$ である。

### 3.4 可視化画面の初期化

提案手法では楽曲特微量とコード進行を読み込むと、図1に示す「楽曲可視化」「メタ情報可視化」の2種類の可視化画面を初期化する。図1(左)に示す楽曲可視化では散布図を採用しており、各プロットが楽曲を表している。横軸と縦軸には、楽曲特微量  $v_1, \dots, v_m$  のうち2値を割り当てている。ユーザは2軸に割り当てる特微量を随時選択できる。

一方で図1(右)に示すメタ情報可視化では、各メタ情報への該当の真偽を表す変数  $b_1, b_2, \dots, b_{nb}$  からメタ情報どうしの共起性を算出し、それにもとづいてメタ情報の分布を表示する。当初の実装[1]では多次元尺度法に基づく散布図を用いてメタ情報を可視化してきたが、現在の実装ではこれを Geodesic SOM (Spherical Self-Organizing Map) に差し替えてメタ情報を可視化する。多次元尺度法によるメタ情報可視化を図6に、SOMによるメタ情報可視化を図7に示す。データを構成する標本(本研究ではメタ情報)間の距離のみを保って平面上にデータを配置する多次元尺度法に比べ、SOMではデータ空間上での標本間の隣接性を保持するような可視化結果を得やすい。また、多次元尺度法による可視化結果では標本を示すドットが画面上で重なりやすいのに対して、SOMでは格子状に並んだニューロンに標本を割り当てるため、標本の画面上での重なりを避けられる。これによって視認性を高くし、またポインティングデバイスでの特定操作を容易にする。これらの理由から我々は Geodesic SOM を採用し、メタ情報可視化を開発した。

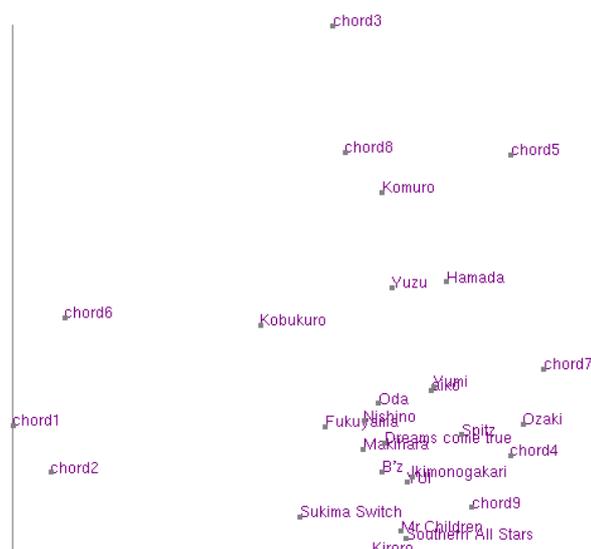


図6. 多次元尺度法によるメタ情報可視化



図7. SOMによるメタ情報可視化

SOMの画面上で近くに配置された属性を観察することで、例えばどの作曲者がどんなコード進行パターンを多用し、どのリスナーの好みに近いかということが読み取れる。

また我々が実装する可視化手法では、メタ情報可視化で興味のある属性をマウスで選択すると、楽曲可視化にて該当する曲が色づけられるという機能も備えている(図2)。この機能を利用することで、楽曲特微量の面からも各楽曲を詳しく観察することができる。

### 3.5 楽曲類似度の表示

提案手法ではユーザ操作に応じて、特定の楽曲を基準とした楽曲類似度の表示画面を起動する(図3)。3.4節までに紹介した機能でメタ情報の関連性や任意の2つの楽曲特微量から楽曲観察をした上で、特に興味をもった楽曲をユーザが対話操作指定したときに、本節の機能を適用する。3.4節に示した「楽曲可視化」では楽曲特微量のうち2値のみを考慮して楽曲類似度を表現するのに対して、この機能では全ての楽曲特微量を考慮して楽曲類似度を表現する。

楽曲類似度の計算にはGeodesic SOM上での測地距離を用いる。まず、3.1節で抽出した楽曲特微量のデータをもとに、楽曲群をGeodesic SOMで学習する。次に、隣接ニューロン間のユークリッド距離にしたがって、全てのニューロン間の辺に重みをつける。その上でプリム法(最小全域木問題)を用い、任意の楽曲からその他全ての楽曲までの測地距離を求めて、楽曲間の類似度とする。そしてユーザが楽曲可視化にて選択した楽曲を中心として、類似度の高い曲ほど小さい半径の同心円上に表示する。図3に表示例を示す。Geodesic SOM上での測地距離を用いることで、楽曲間の隣接性を考慮した類似度を算出することができる。

## 4. 実行結果と考察

我々は、Java JDK 1.6.0を用いてシステムを実装し、Mac OS Xの上で実行した。また、表3にある20組のアーティストについて各5曲ずつ、計100曲のJ-POPを選曲して可視化した。

図8は、興味深い傾向が読み取れた一例である。ここでは、メタ情報可視化にてChord 1とChord 2を選択し、楽曲可視化の横軸にRMSenergy、縦軸にTempoを割り当てている。図8(b)のようにChord 1は赤、Chord 2はオレンジに対応しており、楽曲可視化画面にて赤とオレンジの2色ともに色づけられた楽曲が図8(a)に

集中していることから, Chord 1とChord 2を含む楽曲は音量平均値が小さく, テンポが速い傾向であることが読み取れる. ここで図8(a)にある該当楽曲は

- ・ 祈り～涙の軌道 (Mr.Children)
- ・ 蕾 (コブクロ)
- ・ ここにしか咲かない花 (コブクロ)
- ・ OCEAN (B'z)
- ・ たしかなこと (小田和正)
- ・ ボクノート (スキマスイッチ)

の6曲であった.

表3. アーティスト一覧

Mr.Children	サザンオールスターズ
いきものがかり	ゆず
コブクロ	B'z
福山雅治	小室哲哉
槇原敬之	小田和正
Kiroro	尾崎豊
松任谷由実	YUI
スキマスイッチ	Aiko
西野カナ	浜田省吾
Dreams come true	スピッツ

また, 別の実行例として図9があげられる. ここでは, Chord 6と3組のアーティスト (コブクロ, 福山雅治, スキマスイッチ)がメタ情報可視化画面にて選択されており, これらの点は, 図9(b)のように赤, オレンジ, 黄緑, 水色で色づけられている. それと同時に, 楽曲可視化画面にて, 横軸に Tempo, 縦軸に Inharmonicity を割り当てた時, 図9(a)のように赤とその他3色のうちの1色の両方ともに色づけられている点が一カ所に集中して表示されている. このことから, 3組のアーティストが同じコード進行を使って作曲した楽曲は, 楽曲特徴量の面でも似ており, 楽曲の印象が非常に似ているということがわかる.

この他にもユーザは可視化画面を自由に操作し, さまざまな角度から楽曲群を観察することができる.

## 5. おわりに

本論文では, 楽曲特徴量にもとづいて楽曲の関連性を表現する可視化画面と, コード進行やアーティストの関連性を表す可視化画面を同一ウィンドウ上に左右に並べ, その2つの可視化画面をユーザがインタラクティブに操作することができる音楽可視化手法を提案した. また, J-POP を対象とした可視化による実行例を紹介した.

今後の課題として, 以下の点に取り組みたい.

1) ユーザの嗜好の組み込み. 現時点で我々は, アーティスト名と頻出コード進行の有無, の2種類のみをメタ情報として実装しているが, 興味深いメタ情報として他にユーザの嗜好が考えられる. 既にデータ化されているアーティスト, コード進行, 楽曲特徴量とユーザの嗜好との間にも, 興味深い関連性があることが期待できる. したがって今後の課題として, 実験に収録

されている楽曲の中から被験者に好みの曲を選択してもらい, それをメタ情報として現在のデータセットに加え, 可視化結果を再度観察しようと考えている.

2) コード進行検出の汎用化. コード進行の中には, 文字列としては異なるコード進行であっても, 構成音が共通しているために響きも似ている, というコード進行が多く存在する. 構成音が共通しているために同じ機能を有するとして置換して使われることがあるコードを俗に「代理コード」と呼ぶ. 例えば表4のように, 頻出コード進行の一部を代理コードで置き換えたコード進行が曲中で使われていた場合も, 頻出コード進行が含まれているとみなすべきであると考えられる. 現時点の文字列検出によるコード進行検出では, それらを認識することはできない. そのため, より柔軟にコード進行を検出する必要がある.

表4. コード進行検出汎用化の例

頻出コード進行	F G E Am	Am Dm G Am
似た響きをもつコード進行	Dm G E Am	Am Dm Em Am

また, 現時点での実装では, コード進行に付加されたテンションを楽曲特徴量の Inharmonicity で抽出し楽曲の類似関係に反映することはできているが, メタ情報にテンションを組み込んでアーティストの作曲傾向を可視化することはできていないので, これも考慮したい. 特定のアーティストや特定のジャンルの楽曲において, 特定のテンションが頻繁に使われる場合があることを考えると, 曲やアーティストの個性を発見するためにテンションは非常に重要な要素であると考えられる.

コード進行検出の汎用化に際してさらに検討しないといけない点として, 表1に示す頻出コード進行がダイアトニックコード (楽曲の音階の構成音だけで構成されるコード) のみを対象としている点, また楽曲全体のコード進行をいったん移調して同一の調にして処理を進めていることから部分転調などに対応できない点があげられる. 頻出コード進行パターンについてはダイアトニックコード以外のコードも適用可能であるので拡張を進めたい. また楽曲全体を単一の調に移調するのではなく, 局所ごとに適応的に移調するなどの実装を試したい.

3) 楽曲特徴量の再考. 3.1節で示した通り本研究では, 草間ら[9]が MIRtoolbox を用いて採用した楽曲特徴量の中から, J-POP の特徴表現に向いていると著者らが判断したものを利用している. 結果として本研究では, 例えば「速い⇔遅い」「明るい⇔暗い」というように, その数値を言語化して説明しやすい楽曲特徴量を選んでいる. 一方で音楽響情報解析の研究では, 数十次元, 数百次元もの多変数となる楽曲特徴量を採用している場合も多い. そこで今後の課題として, もっと多量の楽曲特徴量を算出して, その結果に因子分析などを適用した結果の可視化を試みたい. また, 現時点での実装では「楽曲可視化」の横軸と縦軸に割り当てる2変数を手動選択させているが, 効果的な可視化結果を得られる2変数を自動選出する手法も開発したい.

以上の課題に取り組んだ上で, より大きなデータセットを構築し, 被験者実験により提案手法の有効性を検証したい.

**謝辞** 本研究を進めるにあたり、株式会社J-TOTALミュージックにはJ-POPのコード進行を提供していただきました。ここに感謝致します。

## 参考文献

- [1] M. Uehara, T. Itoh, Pop Music Visualization Based on Acoustic Features and Chord Progression Patterns Applying Dual Scatterplots, Sound and Music Computing Conference (SMC2015), pp. 43-48, 2015.
- [2] J. Donaldson, P. Lamere, Using Visualization for Music Discovery, International Symposium on Music Information Retrieval, 2009.
- [3] J. Holm, Visualizing Music Collections Based on Metadata: Concepts, User Studies and Design Implications, Tampere University of Technology, 2012.
- [4] 伊藤, ユーザインタフェースとしての音楽情報可視化, 可視化情報学会誌, Vol. 35, No. 1, pp. 2-6, 2015.
- [5] H.-H. Wu, J. P. Bello, Audio-Based Music Visualization for Music Structure Analysis, Sound and Music Computing, 2010.
- [6] A. Hayashi, T. Itoh, M. Matsubara, Colorscore - Visualization and Condensation of Structure of Classical Music, Knowledge Visualization Currents: from Text to Art to Culture, Springer Edit Volume, ISBN-978-1-4471-4302-4, 2012.
- [7] E. Pampalk, Islands of Music: Analysis, Organization, and Visualization of Music Archives, Master Thesis, Vienna University of Technology, 2001.
- [8] M. Goto, T. Goto, Musicream: New Music Playback Interface for Streaming, Sticking, Sorting, and Recalling Musical Pieces, 6th International Society for Music Information Retrieval, pp. 404-411, 2005.
- [9] K. Kusama, T. Itoh, Abstract Picture Generation and Zooming User Interface for Intuitive Music Browsing, Springer Multimedia Tools and Applications, Vol. 73, No. 2, pp. 995-1010, 2014.
- [10] Y. Saito, T. Itoh, MusiCube: A Visual Music Recommendation System featuring Interactive Evolutionary Computing, Visual Information Communication and Interaction Symposium (VINCI'11), 2011.
- [11] J. Zhu, Perceptual Visualization of a Music Collection, IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 1058-1061, 2005.
- [12] 高松, 飯塚, 和音進行に基づく楽曲分類システムの試作, 情報処理学会第77回全国大会, 2015.
- [13] J-Total Music,  
<http://music.j-total.net/index.html>
- [14] O. Lartillot, MIRtoolbox,  
<http://www.jyu.fi/hum/laitokset/musiikki/en/research/coe/materials/mirtoolbox>
- [15] [http://www.nextdesign-jp.com/chord\\_database/chord.html](http://www.nextdesign-jp.com/chord_database/chord.html)

## 上原 美咲



2015年お茶の水女子大学理学部情報科学科卒業。現在お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科理学専攻博士前期課程在学中。

## 伊藤 貴之



1990年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。1992年早稲田大学大学院理工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同年日本アイ・ビー・エム(株)入社。1997年博士(工学)。2000年米国カーネギーメロン大学客員研究員。

2003年から2005年まで京都大学大学院情報学研究科 COE 研究員(客員助教授担当)。2005年日本アイ・ビー・エム(株)退職, お茶の水女子大学理学部情報科学科助教授。2011年同大学教授, 同大学シミュレーション科学教育研究センター長, ACM, IEEE Computer Society, 芸術科学会, 他会員。

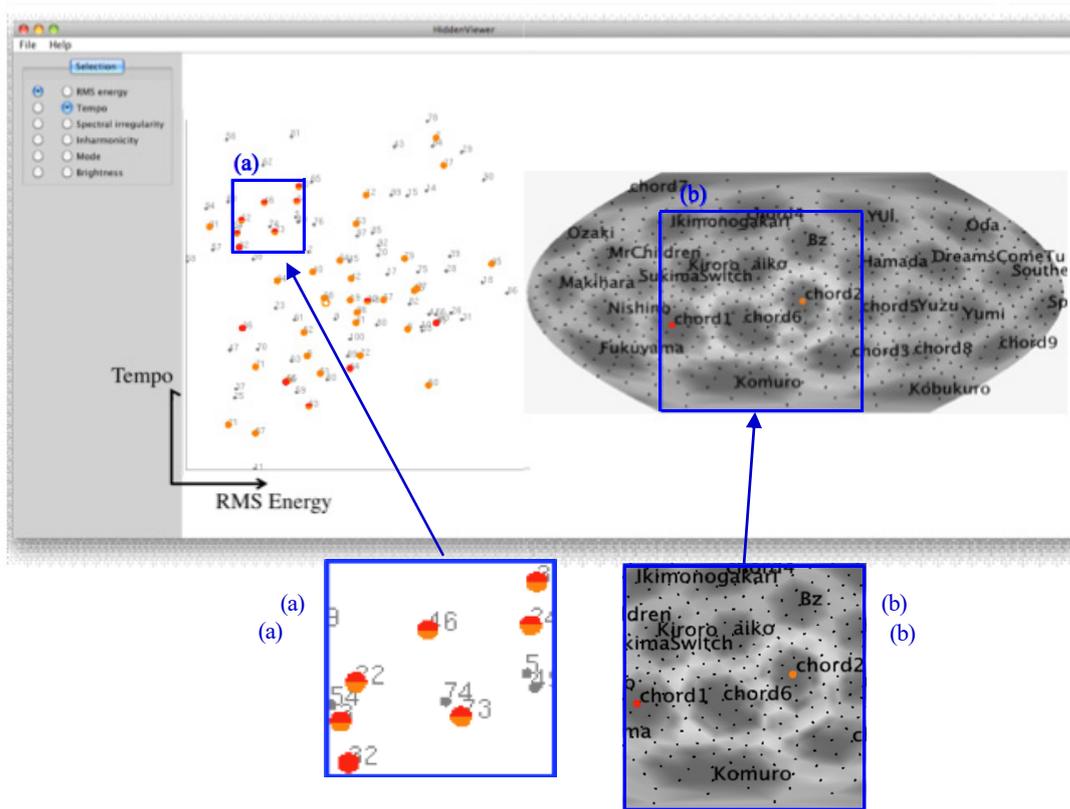


図8 可視化例(1)

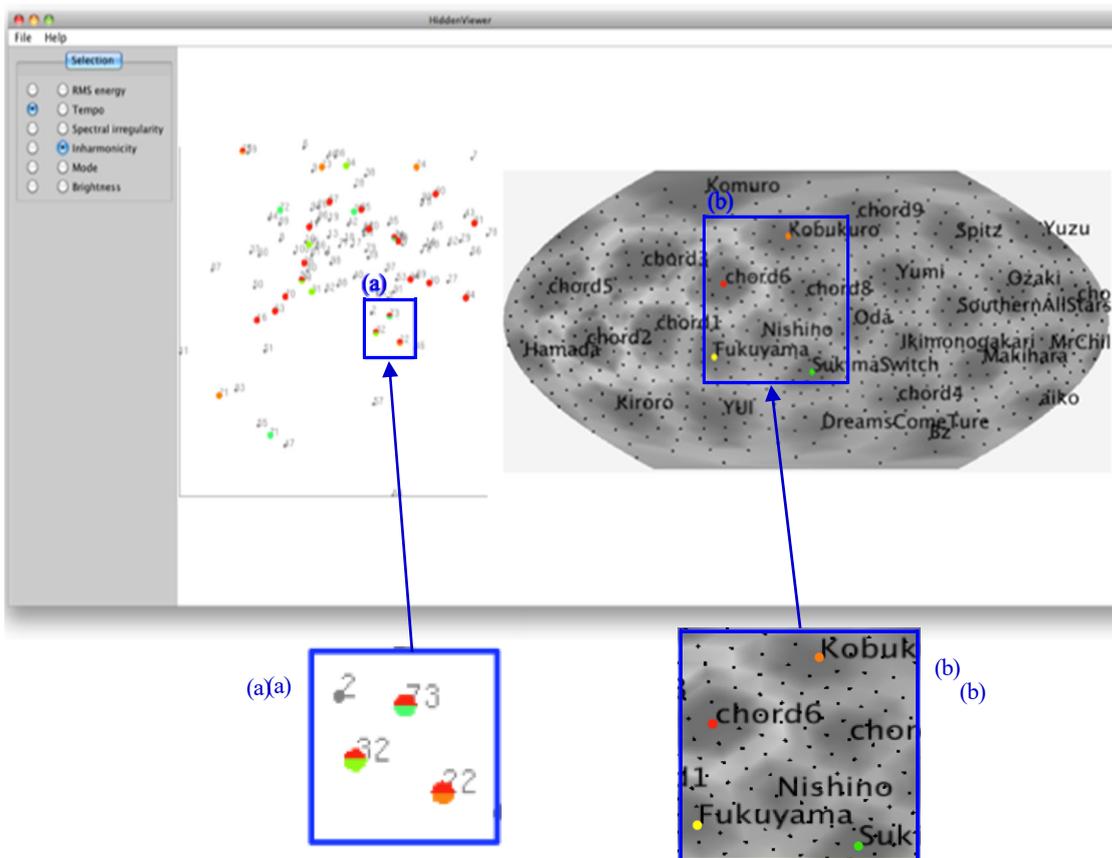


図9 可視化例(2)