

# 音楽的特徴量と作曲者の主観評価の関連性を用いた フレーズ作成支援システムの構築

伊藤 丈一<sup>†</sup> 伊藤 直樹<sup>†</sup> 西本 一志<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 北陸先端科学技術大学院大学

近年、使いやすく安価な音楽制作ツールが多く登場したため、作曲を楽しむ人が増加している。作曲を行う際には、なんらかのテーマに基づき曲を作ることが多い。しかしながら、テーマに合致し、かつ自分の好みに合ったフレーズを作ることは難しく、しばしば行き詰まり状態に陥ってしまう。我々は、このような行き詰まり状態からの脱却を支援するシステム“mu-cept”を提案する。mu-ceptは、重回帰分析によって、ユーザの曖昧な主観評価と各フレーズが持つ音楽的特徴量との関係を分析し、ユーザ自身が気づいていない「より好ましく、よりテーマと一致したフレーズが持つであろう音楽的特徴」を導出し、これをフレーズ推敲の材料として提示する。本稿では mu-cept の構成と、被験者による評価実験結果を示し、mu-cept の有効性について議論する。

## A supporting system for music composition by using relations between a composer's evaluations and musical features

Joichi Ito<sup>†</sup> Naoki Ito<sup>†</sup> and Kazushi Nishimoto<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Japan Advanced Institute of Science and Technology

Many cheap and easy-to-use tools for music composition allow people to enjoy music composition. Generally, a piece of music is composed based on some theme. However, it is actually difficult for a novice composer to create phrases that meet the theme as well as his/her taste and he/she often reaches a deadlock. In this paper, we propose a supporting system for music composition, named “mu-cept,” which helps break out the deadlock. mu-cept analyzes relations between a user's ambiguous subjective evaluations and musical features of each phrase by a multiple regression analysis, finds some musical features that would lead to more desirable phrases, and shows some hints based on the analysis results to the user. This paper illustrates the set up of mu-cept and results of experiments with subjects and discusses efficiencies of mu-cept.

### 1 はじめに

近年、使いやすく安価な音楽制作ツールが多く登場したため、作曲を楽しむ人が増加している。しかし、楽曲が完成に至ることなく挫折する場合も多い。その理由のひとつとして、楽曲を構成するフレーズを思うように作れないことが挙げられる。作曲を行う際には、なんらかのテーマに基づき曲を作ることが多い。その過程でフレーズを繰り返し作成するが、テーマに合致し、かつ自分の好みにあったフレーズを作ることは難しく、しばしば行き詰まり状態に陥ってしまう。

本稿では、このような行き詰まり状態からの脱却を支援するシステム“mu-cept”を提案する。多くの場合、人は自分の好みにあったフレーズやテーマに合致したフレーズはどのような特徴を有するものであるか（あるべきか）について明確に意識しておらず、「なんとなく違う、なんとなく好きで

はない」というように、作成したフレーズを曖昧にしか評価できない。mu-ceptは、この曖昧な主観評価と、各フレーズが持つ音楽的特徴量との関係を分析することにより、ユーザ自身が気づいていない「より好ましく、よりテーマと一致したフレーズが持つであろう音楽的特徴」を導出し、これをフレーズ推敲の材料として提示する。ユーザは、提示された情報を参考に、新たにフレーズ作成に取り組む。以下、mu-ceptの構成と評価実験について述べる。

### 2 フレーズ作成支援システム:mu-cept

#### 2.1 mu-cept 使用時のフレーズ作成プロセス

図1に mu-cept を用いた作曲の流れを示す。ユーザはフレーズを作成する都度、主観評価を併せて入力する。この作成・評価という2つの行為を繰り返してフレーズを作成していく。これは、多くの

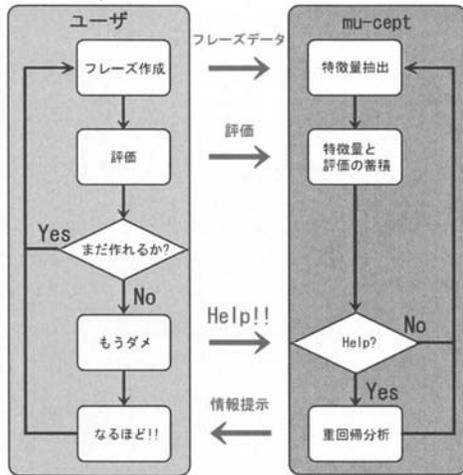


Fig. 1 mu-cept を用いた作曲の流れ

作曲過程モデルにおいて、作曲という行為が、制約条件の下で候補を生成し、それを評価することの繰り返しで構成されていることに基づく<sup>1)</sup>。なお、その都度評価を入力するという行為によって思考が中断される可能性があるが、評価の尺度は流動的であることを考慮し、作成直後が最もその時の評価尺度を反映していると考え、このような仕様とした。フレーズの評価項目は「どの程度好きか」、「どの程度テーマに合っているか」という2つのみとした。これは、ユーザの評価はそもそも曖昧であり、これ以上詳細な分析評価をさせることは、ユーザに不自然な思考と高い認知負荷を強いることが危惧されるためである。

## 2.2 システム構成

mu-cept のユーザインタフェースを図2に示す。mu-cept は MIDI データの入力を常時監視しており、フレーズ作成過程における演奏データを全て取得する。一定の無音時間を検出すると、1つのフレーズの入力終了したとみなし、ユーザにそのフレーズに対する主観評価の入力を求める。主観評価は、評価マップ上でマウスクリックして入力する。フレーズの評価結果は、P\*\* (\*\*はフレーズの通し番号、P5, P13 等) というアイコンで評価マップ上に配置される。X 軸:Theme は「テーマとの合致度合い」、Y 軸:Taste は「好みの度合い」という評価項目に対応している。座標の原点を境に+側であるほど評価が高く、-側であるほど評価が低いものとする。評価が決定したら、左下の評価決定ボタンをクリックして評価を決定し、次の

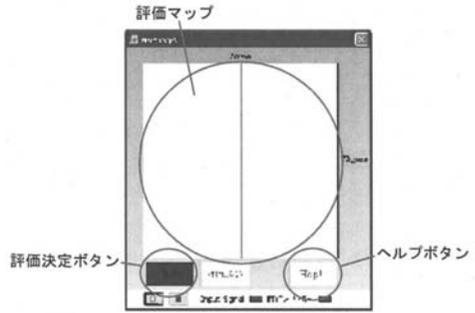


Fig. 2 mu-cept のユーザインタフェース

Table 1 抽出される音楽的特徴量

カテゴリー	特徴量の名称
音高	平均・分散, 推移量平均・分散
	最高・最低音高, 音域
Velocity	平均・分散, 推移量平均・分散
音長	平均・分散, 推移量平均・分散
その他	音数, 演奏時間, 休符の長さの合計

フレーズ作成に移る。なお、評価決定前であれば、アイコンをドラッグして移動することができる。

フレーズの評価が決定されると、mu-cept は表1に示す音楽的特徴量を自動的に抽出する。なお、本システムで扱うフレーズは単旋律を想定している。音高に関する特徴量はすべて入力されたフレーズ中の MIDI ノートナンバーより、また Velocity に関する特徴量は MIDI の Velocity 値より求めている。音長に関する特徴量は、MIDI イベントの入力時刻より求めている。各推移量は、ある音の次に入力された音の各パラメーターとの差である。

mu-cept は、特徴量の抽出終了後、2つの主観評価のそれぞれについて、特徴量を説明変数として重回帰分析を行う。重回帰分析によって得られた偏回帰係数を参照し、評価に対して影響の大きい順に特徴量をソートする。重回帰分析が行われた後、ユーザインタフェース右下の“Help!!”ボタンが使用可能となり、ユーザは mu-cept からのヒントを参照できるようになる。なお、mu-cept が重回帰分析を行うためには、約20のフレーズデータと評価を必要とする。

## 2.3 ユーザへの情報提示

“Help!!”ボタンがクリックされると、その時点までに入力された2種の評価項目のそれぞれについて評価の平均値を求めて双方を比較し、平均値が

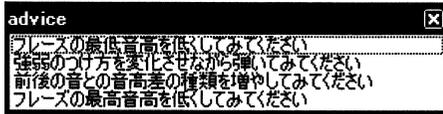


Fig. 3 アドバイス提示の一例

低い方の評価項目に関して、これを向上させるようなアドバイスを重回帰分析の結果から導出し、別ウィンドウに表示する(図3)。予備実験において、重回帰係数の大きい特徴量の名称を、そのまま順にリストボックスに提示したところ、被験者から“特徴量をどのように解釈すればよいかわからない”との回答を得たため、アドバイスをわかりやすい文章で提示することとした。また、情報提示の数については、“あまり多く提示されても、戸惑ってしまう”とのコメントを得たため、評価に対して影響の大きい4つの特徴量に関する情報提示に限定した。

### 3 実験

我々は、mu-ceptを使用することにより、以下のような効果があるのではないかと考えている。

1. ユーザは、嗜好もしくはテーマがどの音楽的要素と関係が深いか気づくことができる。
2. (1)の結果、それまで気づかなかった音楽的要素に着目でき、フレーズ作成の幅が広がる。
3. 各フレーズについて意識して評価することにより、Reflectionが強化される。

以上の仮説を検証するための被験者実験を実施した。意識的なフレーズ評価の有無、およびmu-ceptからの情報提示の有無によるフレーズ作成過程の違いを明らかにするため、1人の被験者につき表2に示す3つの条件で実験を実施した。実験Aは、mu-ceptを使用せず、楽器のみを使うごくありふれた環境である。実験Bでは、mu-ceptを使用し評価を入力しつつフレーズ作成を行うが、mu-ceptからの情報提示は行わない。実験Cでは、ユーザが行き詰まりを感じた時に、随時mu-ceptの情報提示機能を使用してもらった。

実験では3名の被験者を用いた。全員が作曲経験者である。被験者のプロフィールを表3に示す。実験は全て本学の防音室にて行い、被験者の様子をビデオ撮影で記録した。また、実験直後に簡単なインタビューを行い、アンケートに回答してもらった。

Table 2 実験環境の比較

	意識的評価	情報提示
実験A	なし	なし
実験B	あり	なし
実験C	あり	あり

Table 3 被験者のプロフィール

	経験のある楽器	作曲歴	DTM歴
被験者A	エレクトーン	ごくたまに	触れた程度
被験者B	ギター ベース ドラム	5年	3年
被験者C	キーボード	15年	12年

実験ごとに1月～12月の月から1つをテーマとして選択してもらい、テーマに沿って楽曲を1つ作曲するための構成要素となりうるフレーズを作成することを課題とした。被験者が十分にフレーズが溜まったと感じたとき、もしくは行き詰まりを感じこれ以上フレーズの作成を行うことができない状況に陥ったときに実験終了とした。被験者が使用する音色は全ての実験においてピアノのみとした。なお、左手で和音を奏でながらフレーズ作成をしたいという要望が被験者全員からあったため、伴奏専用の鍵盤を別途用意している。

情報提示後に作成されたフレーズの評価と特徴量を参照することで、mu-ceptからの情報提示がフレーズ作成に反映されたか、およびmu-ceptからの情報提示によってユーザは評価の高いフレーズを作成することができたかについて分析する。また、ビデオ撮影された実験風景からもユーザへの影響を調査する。

### 4 実験結果および考察

各被験者が設定したテーマを表4に示す。

#### 4.1 mu-ceptによる情報提示の効果の検証

まず、mu-ceptの情報提示機能が効果的に用いられたと思われる事例について述べる。被験者B

Table 4 被験者の選択したテーマ

	実験A	実験B	実験C
被験者A	11月	8月	3月
被験者B	8月	10月	4月
被験者C	1月	9月	4月

Table 5 mu-cept から被験者 B への情報提示

1 回目	フレーズの最低音高を高くしてみてください フレーズの最高音高を低くしてみてください もっと高い音域でフレーズを作ってください 前後の音との音高差を小さくしてみてください
2 回目	フレーズの最低音高を低くしてみてください フレーズの最高音高を低くしてみてください もっと高い音域でフレーズを作ってください フレーズ内の音数を減らしてみてください
3 回目	フレーズの最低音高を低くしてみてください フレーズの音域を狭くしてみてください もっと高い音域でフレーズを作ってください フレーズ内の音数を減らしてみてください

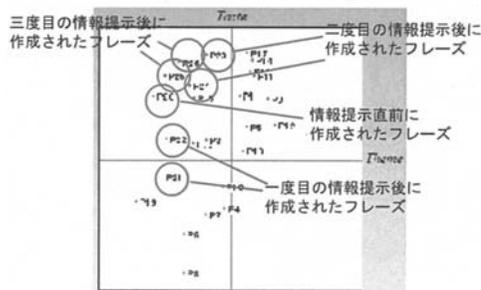


Fig. 4 実験 C における被験者 B の最終的な評価マップ

は、情報提示機能を 3 回使用した。mu-cept は 3 度とも「テーマ」に対して影響のある情報提示を行った。表 5 に、提示された情報を示す。被験者 B がこれらの情報提示を参考にしてフレーズの作成を行った結果、実験終了後、図 4 に示されている評価マップとなった。

評価マップを参照すると、1 度目の情報提示を経て作成されたフレーズは、情報提示直前に作成されたフレーズに比べ Taste の評価は低くなっているが、Theme の評価はわずかながら高くなっている。しかしながら、2 度目と 3 度目の情報提示後に作成されたフレーズは、Taste・Theme のどちらの評価も 1 度目の情報提示後よりも高くなっている。

情報提示前後における特徴量の変化を参照した結果、以下のことがわかった。1 度目の情報提示は 4 つとも音高に関するものであり、この情報を見て被験者は、全ての特徴量が情報提示に従う形で変化したフレーズを作成していた。また、ビデオ撮影された実験風景からも、被験者は提示された情報を頼りにフレーズの作成をしていたことが確認できた。2 度目の情報提示は 4 番目の項目が音数に関するものに入れ替わったが、その後には作成されたフレーズでは音数は特に変化していなかった。

Table 6 mu-cept から被験者 C への情報提示

1 回目	フレーズの音域を広くしてみてください 前後の音との発音時間の違いを少なくしてみてください 前後の音との音高差を大きくしてみてください フレーズの最低音高を低くしてみてください
------	--

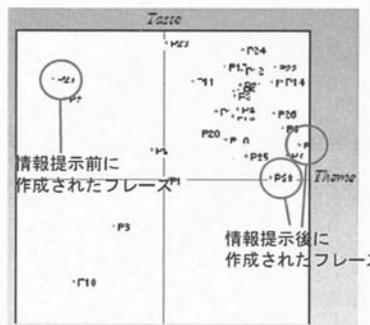


Fig. 5 実験 C における被験者 C の最終的な評価マップ

3 度目の情報提示は、1 度目と 2 度目の内容が混在しており、その後には作成されたフレーズの特徴量は、2 度目に続いて再度提示された「音数を減らしてください」という情報提示に従う形で変化していた。

情報提示の内容について、実験後にインタビューを行った。1 度目の情報提示については「全て試みたが、特に役に立たなかった」というコメントを得た。2 度目の情報提示に関しては「音高に関する情報提示は役に立たなかったが、「音数を減らしてください」という情報提示に従ったら、シンプルなメロディーを作成でき、好みのフレーズに近づいた」というコメントを得た。mu-cept がフレーズ作成に貢献した例ではあるが、「テーマに沿ったフレーズ作成はそれでも難しかった」とも被験者は述べている。なお、「2 度目、3 度目ともに 4 つの情報提示のうち 3 つはそれ以前の情報提示の内容と同様であったので、発見がなかった」という指摘を受けた。

次に mu-cept の情報提示機能が効果的に用いられなかったと思われる事例について述べる。被験者 C は、1 度だけ情報提示機能を使用した。mu-cept は「テーマ」に対して影響のある情報提示を行った。表 6 に、提示された情報を示す。被験者 C がこれらの情報提示を参考にしてフレーズの作成を行った結果、実験終了後、図 5 の評価マップとなった。

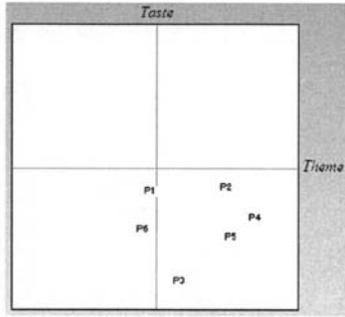


Fig. 6 実験 C における被験者 A の最終的な評価マップ

情報提示後に作成されたフレーズは、情報提示直前に作成したフレーズよりもテーマの評価が増加している（嗜好の評価は減少している）。また、もう1つあとに作成されたフレーズ（P29）は、さらに評価が高いものとなっている。だが、情報提示後に入力されたフレーズの特徴量に情報提示の内容が反映されているとは言いがたく、情報提示の効果は数値からは見出せなかった。

実験後のインタビューでは、“1～3番目に提示された情報は、意識的にそのようにして作曲をしていたことがそのまま提示されたので、ヒントとしては特に役に立たなかった”というコメントを得た。なお、4番目に提示された情報に関しては“そうしたほうがいいのかも思っていたことが提示され、改めて確認させてくれた”というコメントを得た。

被験者 A の実験においては、実験終了後に図 6 の評価マップとなった。被験者 A は、情報提示可能な段階までフレーズの評価を入力することができず、情報提示機能を使うことができなかった。行き詰まりの主な原因としては、被験者 A はまずコード進行を決定してからフレーズを作成する作曲スタイルであるのだが、和音もしくは調が決定されず、暫定的に決めてフレーズ作成を行っていたことを起因している。実験後のインタビューでは「評価をする際に、弾いた音全てがシステムの処理に活用されると思うと評価がしにくい」というコメントを得た。

#### 4.2 実験後に行ったアンケートおよびインタビューの結果

アンケートでは以下のような設問を設けた。

1. システムを快適に使うことができたか？
2. 提示された情報はわかりやすかったか？

Table 7 アンケートから得られた mu-cept の評価

	設問 1	設問 2	設問 3
被験者 A	2	—	—
被験者 B	3	3	4
被験者 C	2	4	3

#### 3. 提示された情報は役に立ったか？

アンケート結果を表 7 に記す。評価はすべて 5 段階評価である。数値が大きければ評価が高い。被験者 A に関しては、先述の通り情報提示機能が使用されなかったため、設問 2 と 3 に対する回答はなされていない。

被験者に対し、実験 B 実施後に、フレーズを意識的に評価しつつフレーズ作成を進めていく手法に関してインタビューを行った結果、以下のようなコメントを得た。

- 溜めたフレーズが 2 次元にプロットしてあるのは、後で聴き直したりするときなど活用できそう。
- 少しずつフレーズを手直ししながら作曲を進めて行く場合、まずどのフレーズを手直しすべきがよくわかる。
- 自分の偏り具合が何となくわかる。
- 自分の作った曲全てをライブラリ化してみたい。
- 途中まで良くて、終わりの方で今ひとつな印象になってしまった時等、フレーズをどう評価していいか戸惑った。
- フレーズを作成するごとに評価を入力するのでは、創作に専念できないので、まとめて評価の入力をさせて欲しい。

加えてビデオ撮影された実験風景から、実験 B と実験 C における被験者 C の実験においては、実験中に考え込んだとき、もしくはフレーズの評価を入力し終えて次のフレーズ作成を開始する前等、評価を入力するとき以外でも評価マップを見るという行動が何度か観察されている。

システムの動作に関しては、フレーズの入力方法に関して、“フレーズを自動で区切られたくない。自分でフレーズの長さを設定させてほしい”という要望があった。

#### 4.3 考察

フレーズの評価をフレーズ入力毎に入力していく方法について、実験後に行ったインタビューか

らは、フレーズを意識して評価することによるメリットも認識されている反面、評価を毎回入力していく作業は、ユーザに対して比較的高い負荷を強いている可能性がうかがえる。

情報提示に関しては、実験Cにおける被験者Cのコメントから、mu-ceptを使用することによって、自分の作成したフレーズの傾向を知ることができるのではないかと考えられる。mu-ceptが行う情報提示は、重回帰分析で得られた重回帰式における、偏回帰係数の絶対値の大小によって決定され、評価にたいして寄与の大きい特徴量に関する情報提示が行われている。このうち、特に嗜好やテーマとの一致度合いと強い相関を持つ特徴量については、ユーザにとって自明である可能性がある。ゆえに、現在陥っている行き詰まりから脱却させる場合、偏回帰係数がやや小さな特徴量に関する情報提示を行う方が、ユーザが陥っている行き詰まりからの脱却に有効である可能性がある。このことは、同実験における被験者Bのコメントからも示唆される。役に立ったというコメントが得られたのは4番目に提示された項目であるからである。

課題としては、第1に、被験者Bが指摘しているように、何度も情報提示機能を使う場合、同じアドバイスが繰り返しシステムから提示されると、はまり込みの脱却支援として効果が薄くなることあげられる。第2に、評価が他のフレーズと大きく異なる「外れ値フレーズ」が入力されると、そのフレーズが持つ特徴量の影響が支配的となり、全体の傾向を適切に得られなくなるという問題がある。

## 5 関連研究

作曲における行き詰まり状態からの脱却を支援することを目的とした研究として、網谷らの研究<sup>2)</sup>が挙げられる。この研究は、フレーズ相互の関係を2次元空間上での位置関係として可視化することで、楽曲の部分と全体の関わりに関する作曲者の思考を促し、これにより行き詰まりからの脱却支援を試みている。このシステムが支援する段階は、おそらくmu-ceptが支援する段階の1つ下流に位置するものであると思われる。ゆえに、たとえばmu-ceptでフレーズ作成を行い、その後mu-ceptの評価マップの第1象限に対して網谷らのシステムを適用することにより、フレーズ作成から楽曲全体の作成までを一貫して支援できるようになると思われる。

mu-ceptと同様に、ユーザの主観評価を活用す

る作曲システムとしては、畦原らの研究<sup>3)</sup>が挙げられる。畦原らは、インタラクティブGAに基づく自動作曲システムに対して、ユーザの嗜好を反映させるために、自動生成されたフレーズの評価を入力させている。ただしこの研究においては、ユーザ自身がフレーズの作成を行ってはならず、フレーズ作成の支援も行っていない。

人によるフレーズ作成を支援するシステムとしては、Music-AIDE<sup>4)</sup>がある。Music-AIDEは、システムに入力されたフレーズとその構成要素を、相対尺度法を用いて空間上に配置し、関係を明らかにすることによって、即興演奏における旋律創作のルールやヒントを提示している。ただし、ユーザの主観評価とフレーズの特徴量との関連は扱われていない。

## 6 まとめ

本論文ではユーザの嗜好と意図を音楽の特徴量と関連づけ、フレーズ作成段階における行き詰まりからの脱却を支援するシステム“mu-cept”の実装と評価を行った。今後は、プロトコル分析等を行い、作曲過程への影響を明らかにすると共に、考察で明らかになった課題を改善し、研究を進めていく予定である。また、本研究で用いた特徴量には、和声に関するものが含まれていない。実験Cにおける被験者Aのような状況にも対応できるように、今後実装し、評価する予定である。

## 参考文献

- 1) 中川 渉, 蔵川 圭, 中小路 久美代: 作曲過程のモデル化と作曲支援インタラクティブシステムの提案. 情報処理学会研究報告. [音楽情報科学]Vol.2001, No.16. pp.105-112, 2001.
- 2) 網谷 重紀, 堀 浩一: 作曲者のメンタルスペースの外在化による作曲支援環境の研究. 情報処理学会論文誌 Vol.42, No.10. pp. 2369-2378, 2001.
- 3) 畦原 宗之, 鬼沢 武久: インタラクティブ作曲支援システム-ユーザーの負担の軽減: 第17回人工知能学会全国大会講演論文集, pp.1B4-05, Jun, 2003.
- 4) 西本 一志, 間瀬 健二, 中津 良平: フレーズと音楽プリミティブの相互関係の可視化による旋律創作支援の試み. 情報処理学会論文誌 Vol.40, No.2. pp.687-697, 1999.